

25 FEB 2005
525,792

(2) 特許協力条約に基づいて公開された国際出版

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 3 月 11 日 (11.03.2004)

PCT

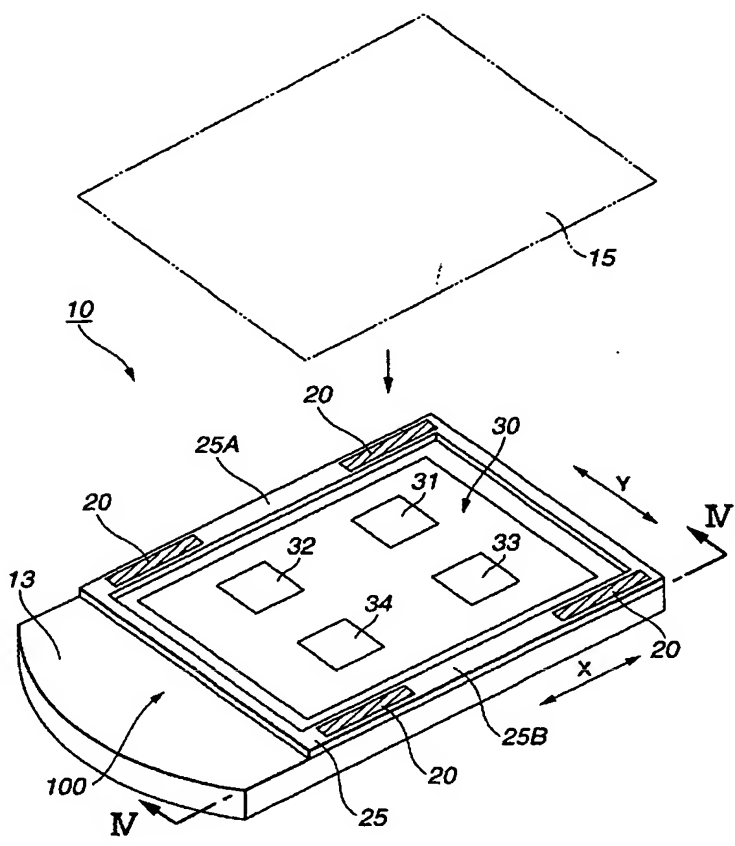
(10) 国際公開番号
WO 2004/021160 A1

- (51) 国際特許分類: G06F 3/033 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010469 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 丸山 重明
(22) 国際出願日: 2003 年 8 月 19 日 (19.08.2003) (MARUYAMA, Shigeaki) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都
(25) 国際出願の言語: 日本語 品川区 北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会
(26) 国際公開の言語: 日本語 社内 Tokyo (JP). 本山 茂樹 (MOTOYAMA, Shigeki)
(30) 優先権データ: 〒141-0001 東京都 品川区 北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). プピレフイ
特願2002-251781 2002 年 8 月 29 日 (29.08.2002) JP ワン (POUPYREV, Ivan) [RU/JP]; 〒141-0022 東京都 品
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株 川区 東五反田 3 丁目 1 4 番 1 3 号 株式会社ソニー
式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 コンピュータサイエンス研究所内 Tokyo (JP). 木村
東京都 品川区 北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 Tokyo (JP). 景一 (KIMURA, Keiichi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都
品川区 北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: INPUT DEVICE AND ELECTRONIC DEVICE USING THE INPUT DEVICE

(54) 発明の名称: 入力装置及びその入力装置を用いた電子機器



(57) Abstract: An input device includes: an image display section (30) for displaying information; a touch panel (15) for a user to input information by touching a portion corresponding to a position displaying the information on the image display section; an oscillation generation device (71) arranged on the image display section for feeding back to the user a different type of tactile sense via the touch panel according to the type of the information; and an oscillation control circuit (73) for generating a different oscillation in the oscillation generation device according to the information type. The oscillation generation device is a bimorph piezoelectric actuator. Each of the first actuator unit and the second actuator unit has a plurality of piezoelectric element layers (63). Thus, when the user inputs information via the touch panel by utilizing tactile sense, it is possible to provide an I/O device capable of surely realizing feedback to the user by the user's tactile sense for the input operation according to the information type.

(57) 要約: 本発明は入力装置であり、情報を表示する画像表示部 (30) と、画像表示部の情報を表示している位置に対応する部分へ使用者が接触することで情報の入力を行うためのタッチパネル (15) と、画像表示部に配置されて情報の種類に応じてタッチパネルを通じて異なる種類の触覚を使用者にフィードバックさせるための振動発生デバイス (71) と、情報の種類に応じて異なる振動を振動発生デバイスに発

生させるための振動制御回路 (73) を備える。振動発生デバ

[続葉有]

WO 2004/021160 A1



(74) 代理人: 小池 晃, 外(KOIKE, Akira et al.); 〒100-0011
東京都千代田区 内幸町一丁目 1 番 7 号 大和生命ビ
ル 1 1 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO,
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

イスはバイモルフ型圧電アクチュエータであり、第1アクチュエータユニットと第2アクチュエータユニットは、
ともに複数の圧電素子層（63）により積層してある。これにより、使用者がタッチパネルに対して触覚を利用し
て情報の入力操作を行う際に、情報の種類に応じた入力操作に対する使用者へのフィードバックを使用者に対する
触覚で確実に実現することができる入出力装置を提供することができる。

明細書

入力装置及びその入力装置を用いた電子機器

技術分野

本発明は、使用者がタッチパネルに触覚して情報を入力する際に、その入力操作に対する使用者へのフィードバックを触覚で実現することができる入力装置及び電子機器に関する。

本出願は、日本国において2002年8月29日に出願された日本特許出願番号2002-251781を基礎として優先権を主張するものであり、この出願は参照することにより、本出願に援用される。

背景技術

電子機器の一例として、例えばATM（現金自動預金支払機）を例に挙げると、このATMの表示面にはタッチパネルが装着されている。使用者は、タッチパネルを介して情報を入力する場合に、その使用者が入力動作を行う際の使用者へのフィードバックとしては、ATMの外部に付加される装置により実現している。この付加装置は、例えば、ATMの表示画面における画像の変化を起こしたり、あるいはスピーカやサウダなどによる音の変化により実現している。

このような入力動作の画像の変化や音の変化によるフィードバックの方式では、例えば携帯情報端末のような小型の電子機器を屋外で使用する場合には、騒音や暗がりなどの環境下では十分にフィードバックを使用者に伝えることが困難である。使用者が指で表示画面上のアイコンなどをポインティングする場合には、操作を行う指が画像を隠してしまい、画像の変化によるフィードバック情報が使用者に伝わらないという難点もある。

タッチパネルに何らかの形で触覚フィードバックを与えるという試みは、既にいくつか公表されている。

特開平 9-251347 号公報（1997 年 9 月 22 日公開）に開示される座標入力装置では、タッチパネルとメカスイッチの組み合わせによりクリック感を出している。特開平 11-212725 号公報（1999 年 8 月 6 日公開）に開示にされる情報表示装置及び操作入力装置では、圧電素子等を用いてタッチパネルに触覚フィードバックを提示する記述を含んでいる。実際にフィードバックを得るためには（現在市場にあるものとしては）積層型の圧電素子あるいはバイモルフ型の圧電素子を使わないと変位量が小さすぎて実現は不可能である。実開昭 63-164127 号公報（1988 年 10 月 26 日公開）には、タッチパネルスイッチでは、圧電体を用いてタッチパネルに触覚フィードバックを付与する旨の記載があるが、タッチパネルとして光学式のものに限定している。特開平 11-85400 号公報（1999 年 3 月 30 日公開）に開示される表示装置は、画像ディスプレイと入力装置、振動装置を組み合わせたものである。アクチュエータの種類や支持方法など、具体的な記述はない。主に、画像表示装置の下側に入力検出のセンサ（不透明なもの）を配した構造についての記載がある。

発明の開示

本発明の目的は、上述したような従来技術が有する問題点を解消することができる新規な入力装置及びその入力装置を有する電子機器を提供することにある。

本発明の他の目的は、使用者がタッチパネルに対して触覚を利用して情報の入力操作を行う際に、情報の種類に応じた入力操作に対する使用者へのフィードバックを使用者に対する触覚で確実に実現することができる入力装置及びこの入力装置を有する電子機器を提供することにある。

本発明は、使用者が接触することで情報の入力を行うためのタッチパネルと、情報の種類に応じてタッチパネルを通じて異なる種類の触覚を使用者にフィードバックさせるための振動発生デバイスと、情報の種類に応じて異なる振動を振動発生デバイスに発生させるための振動制御回路とを備える。振動発生デバイスは、第 1 アクチュエータユニットとこの第 1 アクチュエータユニットに積層された第 2 アクチュエータユニットを有し、第 1 アクチュエータユニットと第 2 アクチュ

エータユニットのうち的一方が伸び他方が縮むバイモルフ型圧電アクチュエータであり、第1アクチュエータユニットと第2アクチュエータユニットは、ともに複数の圧電素子層により積層して構成されている。

本発明に係る入力装置及びこの入力装置を備える電子機器は、タッチパネルへ使用者が接触することで情報の入力を行う。振動発生デバイスは、情報の種類に応じてタッチパネルを通じて異なる種類の触覚を使用者にフィードバックさせる。振動制御回路は、情報の種類に応じて異なる振動を振動発生デバイスに発生させる。振動発生デバイスは、第1アクチュエータユニットと第2アクチュエータユニットを有している。第1アクチュエータユニットと第2アクチュエータユニットは積層されており、第1アクチュエータユニットと第2アクチュエータユニットの内的一方が伸び一方が縮むバイモルフ型圧電アクチュエータが振動発生デバイスとして用いられている。第1アクチュエータユニットと第2アクチュエータユニットは、共に複数の圧電素子層により積層して構成されている。

これにより、振動発生デバイスは、振動制御回路からの制御に基づいて、情報の種類に応じて異なる振動を発生する。これによって、使用者はタッチパネルを通じて接触することにより、その情報の種類に応じた振動を使用者に対する触覚として使用者にフィードバックさせることができる。この触覚によるフィードバックは、従来から操作のフィードバックとして一般的に用いられている、クリック感やストローク感などと感覚的に近いものであり、画像や音によるフィードバックに比較して、より直感的であるという利点がある。また、バイモルフ型圧電アクチュエータの第1アクチュエータユニットと第2アクチュエータユニットは、共に複数の圧電素子層により積層して構成されていることから、各アクチュエータユニットが単一の圧電素子層により作られているのに比べて、振動方向への撓み（屈曲）変位を大きくすることができる。

本発明は、さらに、情報を表示する画像表示ユニットを有し、タッチパネルは、画像表示ユニットの前記情報を表示している位置に対応する部分へ使用者が接触することで情報の入力を行うことが可能であり、振動発生デバイスは画像表示ユニットに配置されている入力装置及びその入力装置を有する電子機器である。本発明において、画像情報ユニットは情報を表示する。タッチパネルは、画像表示

ユニットの情報を表示している位置に対応する部分へ使用者が接触することで情報の入力を行う。振動発生デバイスは、画像表示ユニットに配置されている。この振動発生デバイスは、情報の種類に応じてタッチパネルを通じて異なる種類の触覚を使用者にフィードバックさせる。これにより、使用者は、タッチパネルを通じて画像表示ユニットの異なる情報の1つを選んで接触することにより、その情報の種類に応じた振動を使用者にフィードバックさせることができる。したがって、使用者は、触覚の種類に応じて画像表示ユニットの情報の種類を直感的に知ることができる。タッチパネルに触覚（振動）を利用した表示機能を付加することにより、入力操作に対するフィードバックを触覚で実現できる。触覚表示機能を映像・音など従来から使われている表示機能を組み合わせることで、よりリアリティの高い情報の表示が可能となる。

本発明の更に他の目的、本発明によって得られる具体的な利点は、以下において図面を参照して説明される実施の形態の説明から一層明らかにされるであろう。

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る入出力装置を有する電子機器を示す斜視図である。

図2は、図1に示す電子機器のタッチパネルと支持フレーム及びバイモルフ型圧電アクチュエータを示す平面図である。

図3は、図1に示す電子機器の分解斜視図である。

図4は、図3に示す電子機器のI V-I V線における断面図である。

図5 Aは、図4に示す圧電アクチュエータ、振動伝達機構などを拡大して示す図であり、図5 Bは、突起と軟質の接着剤との関係を示す斜視図である。

図6は、バイモルフ型圧電アクチュエータの一部を省略して示す斜視図である。

図7は、図6に示すバイモルフ型圧電アクチュエータの積層構造を示す断面図である。

図8 Aは、単層のバイモルフ型圧電アクチュエータを示し、図8 Bは複数層のバイモルフ型圧電アクチュエータを示す側面図である。

図9は、画像表示部に一例として表示されたアイコン及びそれらのアイコンに

対応する振動制御波形パターンの例を示す図である。

図 10 は、入出力装置を含む制御ブロックを示すブロック回路図である。

図 11 は、本発明の他の例を示す断面図である。

図 12 は、本発明のさらに他の例を示す断面図である。

図 13 は、本発明のさらに他の例を示す断面図である。

図 14 は、本発明のさらに他の例を示す断面図である。

図 15 は、本発明に係る入力装置を構成する制御ブロックの他の例を示すブロック回路図である。

図 16 は、本発明に係るバイモルフ型圧電アクチュエータにおいてある特定の振動子に限ったときに、タッチパネルを効率良く振動させるための振動指令方式の例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な具体例を図面を参照して説明する。なお、以下に述べる本発明の好適な具体例は、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの具体例に限られるものではない。

本発明に係る入出力装置を有する電子機器 10 は、図 1 に示すような構成を備えた携帯情報端末（PDA）である。

本発明が適用された電子機器としての携帯情報端末（PDA）は、タッチパネルに触覚（振動）を利用した触覚フィードバック発生機能を付加することにより、情報の種類に応じた入力操作に対するフィードバックを使用者に対して触覚で実現できる。この触覚によるフィードバックは、従来から操作のフィードバックとして一般的に用いられているクリック感やストローク感などと感覚的に近いものであり、使用者にとっては、画像や音によるフィードバックに比較して、より直感的であるという利点がある。

また、触覚フィードバック発生機能により、入力操作のフィードバックだけでなく、従来から用いられている画像や音の表示と同様に様々な情報を使用者に提

示できる。

図 1 に示す電子機器 10 は、概略的には本体 13 と、タッチパネル 15 と、複数のバイモルフ型圧電アクチュエータ 20 と、入出力装置 100 とを有している。図 1 に示す電子機器 10 では、4 つのバイモルフ型圧電アクチュエータ 20 が設けられている。本体 13 は、いくつかのキー 16 乃至 19 やキー 21、22、24 そして電源スイッチ 23 を有している。たとえばキー 16 は変換キーであり、キー 17 は決定キーであり、キー 18 は日本語と英語の切替キーなどである。本体 13 はその他にも必要なキーが設けられている。

図 2 は、図 1 に示すタッチパネル 15 と本体 13 の支持フレーム 25 を示している。この支持フレーム 25 の 4 隅の位置には、長板状の 4 つのバイモルフ型圧電アクチュエータ 20 が例えば接着剤により固定されている。

図 3 は、タッチパネル 15 と本体 13 を示す分解斜視図である。

本体 13 は、上述したように画像表示部の支持フレーム 25 と、画像表示部 30 を有している。この画像表示部 30 は、液晶表示部を用いることができる。画像表示部 30 は、液晶表示部 (LCD: Liquid Crystal Display) 以外に、有機 EL (Electroluminescence) や CRT (Cathode-ray tube) 等でもよい。この画像表示部 30 には、例えば図 1 に示すキー 24 を操作することにより、必要なアイコン 31 乃至 34 を一例として表示することができる。支持フレーム 25 は、例えば金属により作られており、画像表示部 30 の 4 辺の位置に設けられた 4 辺形状の枠体である。支持フレーム 25 のたて枠部 25A、25B には、それぞれ 2 つずつのバイモルフ型圧電アクチュエータ 20 が間隔をおいて直列に接着剤により固定されている。バイモルフ型圧電アクチュエータ 20 は、X 方向に平行に配列されている。この X 方向は、本体 13 の短手方向である Y 方向と直角の方向である。

本体 13 は、例えばプラスチック、一例として PC (ポリカーボネート)、ABS (アクリロニトリルブタジエンスチレン)、PI (ポリイミド)、などにより作られているが、特に限定されるものではない。支持フレーム 25 は、金属やプラスチックにより作ることができるが、例えばアルミニウムや鉄板、ステンレス板により作られている。画像表示部 30 は、例えばカラー表示をすることがで

きる液晶表示部である。

タッチパネル 15 は、透明のフィルムであり、例えば薄いポリエステルフィルムを採用することができる。このタッチパネル 15 には、透明な導電膜（ITO）を例えば短冊状に所定の厚さで蒸着させたものである。このようなポリエステルフィルムを 2 枚用意して、一方のポリエステルフィルムには縦方向に短冊状に導電膜が形成されており、他方のポリエステルフィルムには、横方向に短冊状に導電膜が形成されている。このような 2 枚のポリエステルフィルムを重ねてその間に電気絶縁のスペーサを配置することにより、両方の導電膜がそのままでは接触しないようになっている。そして使用者（以下、操作者とも称する。）が指でポリエステルフィルムの表面を押すことにより、一方のポリエステルフィルムの導電膜と他方のポリエステルフィルムの導電膜を介して電流が流れ、座標軸の X、Y の交点から、図 3 に示す画像表示部 30 のどの位置を押しているかが分かるような構造とされている。この交点を結ぶことにより流れる電流を電気回路で処理することによって、例えば CPU（中央処理装置）は、図 3 に示す画像表示部 30 のどのアイコン 31 乃至 34 が使用者により指で押されたかを判別する。このようなタッチパネル 15 の形式は、特に限定されるものではなく、各種のものを採用することができる。タッチパネル 15 は、透明のガラス板と透明のフィルムを重ねて形成してもよい。このガラス板の表面の導電膜と、フィルムの表面の導電膜が、接触することで、画像表示部 30 のどの位置を押しているかが判る。

図 4 は、図 3 における I V - I V 線における電子機器の断面構造例である。図 5 A は、図 4 に示す電子機器の断面構造の一部を拡大して示している。

図 4、図 5 A において、タッチパネル 15 と支持フレーム 25 の間には、上述した 4 つのバイモルフ型圧電アクチュエータ 20 が配置されている。タッチパネル 15 と支持フレーム 25 の間隔を設定するために、タッチパネル支持材 35 が設けられている。このタッチパネル支持材 35 は、柔軟性がありかつ振動を吸収しない材料により作られており、タッチパネル 15 の例えば 4 隅位置に位置している。タッチパネル 15 と支持フレーム 25 の間の空間には、上述したバイモルフ型圧電アクチュエータ 20 が配置されている。このバイモルフ型圧電アクチュエータ 20 と振動伝達機構は、振動発生デバイスを構成している。バイモルフ型

圧電アクチュエータ 20 の撓み変位による振動がタッチパネル 15 側に伝達されるようになっている。

以下の説明では、バイモルフ型圧電アクチュエータ 20 は、単に圧電アクチュエータ 20 と略称して用いる。この圧電アクチュエータ 20 の一端部 20 A と支持フレーム 25 の間には、第 1 支持部 41 が設けられている。同様にして圧電アクチュエータ 20 の他端部 20 B と支持フレーム 25 の間には第 2 支持部 42 が設けられている。圧電アクチュエータ 20 の中間部分と、タッチパネル 15 の裏面の間には、第 3 支持部 43 が設けられている。

図 5 A 及び図 5 B では、第 1 支持部 41、第 2 支持部 42 及び第 3 支持部 43 が拡大して示されている。図 5 A 及び図 4 に示すように、圧電アクチュエータ 20 の振動変位は、矢印 U で示している。この振動変位 U は、タッチパネル 15 と支持フレーム 25 に対して垂直方向、すなわち矢印 Z 方向である。この矢印 Z 方向は、図 3 に示す X 方向と Y 方向に対して直交する方向である。

図 4、図 5 A に示すように、圧電アクチュエータ 20 は、タッチパネル 15 と支持フレーム 25 の間において、第 1 支持部 41 から第 3 支持部 43 を用いて、3 点により支持されている。第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 は、圧電アクチュエータ 20 が発生する振動を、タッチパネル 15 側に伝えるいわゆる上述した振動伝達機構 37 を構成している。第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 は、図 5 A に示すように、それぞれナイフエッジ状の突起 50 と軟質の接着剤 51 から構成されている。第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 は、それぞれの地点において圧電アクチュエータ 20 の撓み変形（曲げ変形とも呼ぶ）の妨げにならないように、ナイフエッジ状の突起 50 を用いて圧電アクチュエータ 20 の面を支持している。すなわち、第 1 支持部 41 の突起 50 は、支持フレーム 25 に対して圧電アクチュエータ 20 を R 方向に回転可能に支持している。同様にして第 2 支持部 42 の突起 50 は、支持フレーム 25 に対して圧電アクチュエータ 20 を R 方向に回転可能に支持している。第 3 支持部 43 の突起 50 は、タッチパネル 15 に対して圧電アクチュエータ 20 を R 方向に回転可能に支持している。

第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 の軟質の接着剤 51 は、それぞれの突起 50 を支持フレーム 25 とタッチパネル 15 にそれぞれ接着して位置ずれを起こさ

ないようにするために用いている。軟質の接着剤 51 の材質としては、硬質の材料である突起を接着しかつ圧電アクチュエータ 20 の撓み変位を減じることなくタッチパネル 15 側に伝えるような材質を採用できる。この軟質の接着剤の材質としては、例えばスチレン系エラストマ（KG ゲル：YMG-80-BK（北川工業株式会社））である。

図 5 B においては、突起 50 と軟質の接着剤 51 を示しており、軟質の接着剤 51 は破線で示している。

図 4 と図 5 に示す圧電アクチュエータ 20 が発生する振動変位 U は Z 方向に平行である。第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 においては、上述したようにナイフエッジ状の突起 50 を有して、接着剤 51 で固定されていることから、第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 では圧電アクチュエータ 20 は R 方向に沿って回転方向 R にのみ移動の自由度を有しており、振動変位 U に沿った Z 方向には位置が拘束されている。

次に、図 6 及び図 7 を参照して、圧電アクチュエータ 20 の構造例について説明する。図 6 は、圧電アクチュエータ 20 の構造を一部省略して図示している。圧電アクチュエータ 20 は、いわゆるバイモルフ型の圧電アクチュエータである。このバイモルフ型の圧電アクチュエータは、バイモルフ型圧電振動子などとも呼ばれている。圧電アクチュエータ 20 は、概略的には第 1 アクチュエータユニット 61 と第 2 アクチュエータユニット 62 を積層して構成されている。

第 1 アクチュエータユニット 61 と第 2 アクチュエータユニット 62 の構造はほぼ同じであり、それぞれ複数の圧電素子層 63 を有している。この圧電素子層 63 は、圧電素子 64 とこの圧電素子 64 の両面に形成された電極層 65 の 3 層から構成されている。この圧電素子層 63 は、素アクチュエータユニットとも呼ばれている。したがって第 1 アクチュエータユニット 61 と第 2 アクチュエータユニット 62 は、それぞれ複数の圧電素子層 63 を積層することで構成されている。図 6 及び図 7 に示す例では、第 1 アクチュエータユニット 61 と第 2 アクチュエータユニット 62 は、それぞれ 9 層の圧電素子層 63 を積層して構成している。圧電素子層 63 の圧電素子 64 は、例えば PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）により作られている。電極層 65 は例えば Ag-Pd により作られている。第 1

アクチュエータユニット 6 1 と第 2 アクチュエータユニット 6 2 の間には、中間の電極層 6 5 A が設けられている。

図 6 及び図 7 に示す圧電アクチュエータ 2 0 は、合計 1 8 層の圧電素子 6 4 と、各圧電素子 6 4 の間の電極層 6 5 及び表裏にある電極層 6 5 の合計 1 9 層の電極層 6 5 とから構成されている。図 7 に示す圧電素子 6 4 の 1 層当たりの厚さ D_1 は、例えば $28 \mu\text{m}$ である。電極層 6 5 の厚さ D_2 は、例えば約 $4 \mu\text{m}$ である。圧電アクチュエータ 2 0 は、上述した圧電素子層 6 3 が 1 8 個積層された構造であり、各圧電素子層 6 3 はそれぞれ電氣的に並列に結合されている。

図 6 に示すように圧電アクチュエータ 2 0 に対して層間接続部 6 6 A、6 6 B を設け、これらの層間接続部 6 6 A、6 6 B に対して駆動電圧を印加した場合に、第 1 アクチュエータユニット 6 1 の 9 層の圧電素子層 6 3 が伸び／縮み、第 2 アクチュエータユニット 6 2 の 9 層の圧電素子層 6 3 が縮み／伸びるように、各圧電素子層 6 3 の圧電素子 6 4 は分極処理が施されている。したがって、バイモルフ型圧電アクチュエータ 2 0 は、結果としてバイメタルと同様な原理で撓み変位するようになっている。図 7 に示す圧電アクチュエータ 2 0 の合計の厚みは、例えば $500 \mu\text{m}$ であり、非常に薄く小型のものである。このような積層型の圧電アクチュエータ 2 0 を用いることにより、第 1 アクチュエータユニット 6 1 と第 2 アクチュエータユニット 6 2 をそれぞれ単層の圧電素子層で形成する場合に比べて、限られた駆動電圧を用いた場合により大きな撓み変位を発生させることができる。第 1 アクチュエータユニット 6 1 が伸びれば第 2 アクチュエータユニット 6 2 は縮み、第 1 アクチュエータユニット 6 1 が縮めば第 2 アクチュエータユニット 6 2 が伸びるといったように、圧電アクチュエータ 2 0 は図 4 に示す振動変位 U に沿って変位する。上述したこのバイモルフ型圧電アクチュエータ 2 0 は、多層バイモルフ型圧電アクチュエータとも呼ばれている。

ここで、小型の携帯機器に特に適するバイモルフ型圧電アクチュエータ 2 0 の動作について述べる。

図 1 に示すような携帯の電子機器 1 0 は、通常 Li-ion や Ni - 水素電池を主電源として用いている。上述した通常のバイモルフ型圧電アクチュエータに上記の電池が発生する電圧を印加しても、使用者に触覚として

知覚せしめるだけの撓み変位や力は発生できない。この問題の解決のため、本発明の実施の形態では、構造を持つ多層のバイモルフ型圧電アクチュエータ 20 を用い、同じ撓み変位と力を発生させるために必要な駆動電圧の低電圧化を以下のように図る。

バイモルフ型圧電アクチュエータ 20 を変形（駆動）するための圧電素子のひずみ量 $\Delta L 1$ は次式で与えられる。

$$\Delta L 1 = d 3 1 \times E \times L$$

（ $d 3 1$ ：圧電定数、 E ：印加電界強さ、 L ：素子長さ）

ひずみ量は電界の強さに比例するので、低電圧化しても電界強さを一定に保てれば歪み量は不変である。例えば、図 8 A の素子には 2 V、図 8 B の素子には 1 V の電圧が印加されているが、図 8 B の素子の厚さが図 8 A のその 1 / 2 である。このため、素子内部の電位勾配、すなわち電界強さは両方とも同じであり、結果としてひずみ量も同じである。

このように、本発明では、図 6 及び図 7 のように、素子を厚さ方向に分割することで、低電圧駆動でも使用者に触覚を感じさせるバイモルフ型圧電アクチュエータ 20 が実現できる。この例の場合のアクチュエータ変位量を、例えば 20 mm スパンで両端を支持したときの中央部変位として表現すると、印加電圧が 10 V のとき、中央部変位は約 25 μ m である。さらに素子の厚さを分割し、例えば $Li-ion$ バッテリを用いた場合の電圧約 3.3 V で上記と同様に 25 μ m 程度の変位を得るためには、1 素子あたりの厚さを、図 6 の約 1 / 3 にすればよいので、10 μ m 程度にすれば実現する。

図 9 に示す電子機器 10 の画像表示部 30 には、例えば 4 つのアイコン 31 乃至 34 が表示されている。この画像表示部 30 の上には上述したタッチパネル 15 が配置されている。

図 10 は、図 9 の制御ブロックの例を示している。電子機器 10 の制御ブロック 70 は、振動発生デバイス 71、振動制御回路 73、タッチパネル 15、画像表示部 30 を有している。CPU（中央処理装置）74 は、電子機器 10 の本来の携帯情報端末としての機能を実現するための中央処理装置であり、この CPU 74 は、画像表示部 30 とタッチパネル 15 などの信号処理を行う。すなわち C

P U 7 4 は、画像表示部 3 0 に対してアイコンなどの表示信号 S 5 を送り、タッチパネル 1 5 からの座標値 S 4 が C P U 7 4 に供給されるようになっている。タッチパネル 1 5 は使用者の指 F またはスタイラス（ペン）で接触して押すようになっている。

振動制御回路 7 3 は、情報の種類に応じて異なる振動モードを振動発生デバイス 7 1 に発生させるためのものである。この振動制御回路 7 3 と振動発生デバイス 7 1 は、通常用いられている電子機器 1 0 にはない本発明の特徴的な部分である。振動制御回路 7 3 は、プロセッサ 8 0、メモリ 8 1、外部プログラムポート 8 2、D/Aコンバータ 8 3、そして電流アンプ 8 4 を有している。プロセッサ 8 0 は、C P U 7 4 とメモリ 8 1 と外部プログラムポート 8 2 及び D/Aコンバータ 8 3 に接続されている。

メモリ 8 1 は、図 1 0 に示すような例えば 4 つの振動モードである、例えば振動制御波形パターン P 1 乃至 P 4 を記憶している。この振動制御波形パターン P（P 1 乃至 P 4）は、メモリ 8 1 からプロセッサ 8 0 に供給できる。これらの振動制御波形パターン P 1 乃至 P 4 は、図 9 に示すアイコン 3 1 乃至 3 4 にそれぞれ対応したパターンである。アイコン 3 1 乃至 3 4 はそれぞれ異なる情報の例であり、この 4 種類のアイコン 3 1 乃至 3 4 は画像表示部 3 0 に任意に表示することができる。

このデジタル信号である振動制御波形パターン P はプロセッサ 8 0 に供給される。メモリ 8 1 に対してデジタル信号である振動制御波形パターン P を供給させる方法としては、外部のパーソナルコンピュータなどの外部プログラマ 7 5 によって生成された任意の振動制御波形パターンを、外部プログラムポート 8 2 を介してプロセッサ 8 0 に取り込み、振動制御波形パターン P の登録番号及び性質を付与した上でメモリ 8 1 に登録させる方法がある。メモリ 8 1 に振動制御波形パターンを記憶させる別の方法としては、タッチパネル 1 5 から入力される波形の情報に基づいて、プロセッサ 8 0 は振動制御波形パターンを生成して、やはり登録番号と性質を付与した上でメモリ 8 1 に供給させる。このように、外部プログラムポート 8 2 は、外部のパーソナルコンピュータやその他の外部的な手段により生成された上述したような振動制御波形パターンをプロセッサ 8 0 を介してメ

メモリ 81 に取り込むためのポートである。

プロセッサ 80 は、CPU 74 から送られる例えばタッチパネル 15 上の座標値 S4 (座標情報) に応じた要求信号座標値 S により、メモリ 81 からその要求信号座標値 S に応じた振動制御波形パターン P (P1 ~ P4) を選択して、デジタル波形 S1 として D/A コンバータ 83 に出力する信号処理を行う。この座標値 S4 (座標情報) は、図 9 に示す画像表示部 30 の情報としてのアイコン 31 乃至 34 の座標とリンクしている。プロセッサ 80 は、すでに述べたように外部的なプログラム手段を用いずに、携帯情報端末としての電子機器 10 に蓄えられているタッチパネル 15 などの入力手段により入力された情報により、振動発生手段 71 の圧電アクチュエータ 20 を動作させる振動制御波形パターン P を生成するなどの信号処理を行うこともできる。このようにプロセッサ 80 と CPU 74 の間では、座標値 S4 に応じた要求信号座標値 S をやり取りすることにより、タッチパネル 15 の座標値 S4 をプロセッサ 80 に取り込むことができる。

プロセッサ 80 は、D/A コンバータ 83 に対してデジタル波形 S1 を送ると、D/A コンバータ 83 はこのデジタル波形 S1 を、アナログ電圧波形 S2 に変換する。電流アンプ 84 は、このアナログ電圧波形 S2 を、圧電アクチュエータ 20 に対して圧電アクチュエータ 20 を駆動するために十分な電流を持った電圧の指令値 S3 を生成して振動発生デバイス 71 の圧電アクチュエータ 20 に送る。この電流アンプ 84 は、アナログ電圧波形 S2 を、圧電アクチュエータ 20 を駆動するために十分な電流になるように電流的に増幅して圧電アクチュエータ 20 に出力するのである。

図 10 に示す振動発生デバイス 71 は、圧電アクチュエータ 20 と振動伝達機構 37 を有している。

振動伝達機構 37 は、図 4 に示すように第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 を有していることは既に述べている。圧電アクチュエータ 20 は、電流アンプ 84 からの指令値 S3 を機械的な撓み変位に変換する。振動伝達機構 37 は、圧電アクチュエータ 20 の撓み変位を図 4 に示すタッチパネル 15 に対して伝える。図 1 と図 3 に示す携帯型情報端末のような電子機器 10 は、図 10 の入出力装置 100 を有している。この入出力装置 100 は、図 10 に示すように画像表示部 30、

タッチパネル 15、振動発生デバイス 71 及び振動制御回路 73 を有している。

次に、上述した入出力装置 100 を有する電子機器 10 の動作について説明する。

使用者は、図 9 に示すような画像表示部 30 のアイコン 31 乃至 34 を一例として見ている。これらのアイコン 31 乃至 34 は、それぞれ異なる情報を示している。使用者がアイコン 31 をタッチパネル 15 を介して指で触れると、画像表示部 30 の画面上の座標が図 10 に示すタッチパネル 15 から座標値 S4 として CPU 74 に送られる。アイコン 31 とこのアイコン 31 の座標値 S4 は予め CPU 74 内で関係付けられている。CPU 74 から使用者が触れたアイコン 31 を示す信号（例えばクリックアイコン）が要求信号座標値 S としてプロセッサ 80 に送られると、プロセッサ 80 はそのアイコン 31 に適した振動制御波形パターン P1 をメモリ 81 から呼び出して、デジタル波形 S1 として D/A コンバータ 83 に出力する。

D/A コンバータ 83 は、プロセッサ 80 からのデジタル波形 S1 をアナログ電圧波形 S2 に変換する。電流アンプ 84 は、アナログ電圧波形 S2 の電流値を増幅して、指令値 S3 を圧電アクチュエータ 20 に供給する。圧電アクチュエータ 20 は、与えられた指令値 S3（電圧値）に従い機械的に撓み曲げ変形をする。この時に、圧電アクチュエータ 20 は、図 4 に示すように第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 によっては撓み曲げ変形を阻害することの無いように自由度を持っている。すなわち上述したように、第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 は、図 5A に示すように矢印 R 方向の回転方向には自由度を有しているが、振動変位の方角である矢印 U 方向には位置変位はしない。このことから、圧電アクチュエータ 20 が撓み変形することによって、タッチパネル 15 は振動変位 U に沿ってのみ変位するのである。圧電アクチュエータ 20 の中央部の連続的なこのような振動変位 U は、タッチパネル 15 の連続的な変位に似てすなわち振動の波形として使用者の指 F に触覚フィードバック TB として提示される。

このようにして、本発明では、タッチパネルに触覚（振動）を利用した触覚フィードバック発生機能を付加することにより、入力操作に対するフィードバックを触覚で実現できる。この触覚によるフィードバックは、従来から操作のフィー

ドバックとして一般的に用いられている、クリック感やストローク感などと感覚的に近いものであり、使用者からみて画像や音によるフィードバックに比較して、より直感的であるという利点がある。そして、フィードバック情報だけでなく、触覚情報の表示機能もある。

図 9 に示す別のアイコン 3 2 を選択することにより、上述したような同じ要領で、振動制御波形パターン P 2 がメモリ 8 1 から呼び出されて電流アンプ 8 4 からの指令値 S 3 に基づいて圧電アクチュエータ 2 0 が振動制御波形パターン P 2 に基づいて振動する。同様にしてアイコン 3 3 を使用者が指で押すことにより、振動制御波形パターン P 3 に基づいて圧電アクチュエータ 2 0 が振動変位を起こす。使用者がアイコン 3 4 を押すことにより、振動制御波形パターン P 4 に基づいて圧電アクチュエータ 2 0 が振動変位を起こす。

図 9 に示すように、振動制御波形パターン P 1 は、クリック感、すなわち剛性感を発生するいわゆる矩形波パターンである。振動制御波形パターン P 2 は、ハートビートのようなリズム感覚を感じるようなデジタル波形であり、そのパルス幅は任意に設定されている。振動制御波形パターン P 3 は、連続的な動きを発生する動作感を感じるような波形であり、階段状の波形である。振動制御波形パターン P 4 は、普通のタッチパネルの反応、すなわちほぼ一定の振動変位である。このように、アイコン 3 1 乃至 3 4 は、それぞれ異なる情報を表示しているが、これらのアイコン 3 1 乃至 3 4 に応じて、異なる振動制御波形パターン P 1 乃至 P 4 をそれぞれ割り付けている。このことから、振動制御波形パターン P 1 乃至 P 4 に基づいて圧電アクチュエータ 2 0 が異なる振動変位を起こすことにより、使用者は指を通じてアイコン 3 1 乃至 3 4 の種類を直感的かつ体感的に感じることができるのである。なお、アイコン 3 1 乃至 3 4 とそれらの座標値とそして振動制御波形パターンの関連付けは、図 1 0 に示すプロセッサ 8 0 で行うようにしてもよい。CPU 7 4 とプロセッサ 8 0 の信号処理の分担はいろいろ考えられるが、上述した図 1 0 に示す例に特に限定されるものでもない。

図 1 1 及び図 1 2 は、本発明のさらに他の具体例を示している。図 1 1 及び図 1 2 のそれぞれに示す例は、図 4 に示す例に対してさらに付加的な要素を有している。図 1 1 に示す例と図 1 2 に示す例の構成要素が、図 4 に示す例と同様な構

成要素については、同一の符号を付して説明する。

図 1 1 に示す例の異なる構成は、タッチパネル 1 5 と支持フレーム 2 5 との間に、パネル押えフレーム 1 1 0 が設けられていることである。このパネル押えフレーム 1 1 0 は、タッチパネル 1 5 の端部を支持フレーム 2 5 に対して固定するためのほぼ断面 L 字型の部材であり、例えば 4 辺を有する枠体である。このパネル押えフレーム 1 1 0 の上端部 1 1 1 とタッチパネル 1 5 の端部の間には、ダストシール 1 1 3 が設けられている。このダストシール 1 1 3 は、例えばリング状であり、ほぼ断面方形状、断面円形状もしくは断面楕円形状の弾力性を有する部材であり、例えばプラスチックやゴムにより作られている。このダストシール 1 1 3 は、タッチパネル 1 5 と支持フレーム 2 5 の間の空間に塵埃やごみなどのダストが侵入するのを防止するためのシールである。しかもこのダストシール 1 1 3 は、タッチパネル 1 5 をパネル押えフレーム 1 1 0 に対して支持するためのタッチパネル支持材の役割も果たしている。ダストシール 1 1 3 は、非常に柔軟性を持った材料か、ある程度柔軟性と振動を減衰しない特性を持った材料で作られており、圧電アクチュエータ 2 0 の発生する振動変位の減衰を最小にする作用を持つ。

図 1 2 に示すさらに他の例では、図 1 1 のダストシール 1 1 3 及びパネル押えフレーム 1 1 0 に加えて圧電アクチュエータ 2 0 の振動伝達機構 1 3 7 の構造が異なっている。図 4 では、第 1 支持部 4 1 乃至第 3 支持部 4 3 を用いて圧電アクチュエータ 2 0 がタッチパネル 1 5 と支持フレーム 2 5 の間に 3 点で支持されている。これに対して図 1 2 の実施の形態では、振動伝達機構 1 3 7 は、支持部 1 4 1 ともう 1 つの支持部 1 4 2 を有している。支持部 1 4 1 は、圧電アクチュエータ 2 0 の一端部 2 0 A と支持フレーム 2 5 の間に配置されている。もう 1 つの支持部 1 4 2 は、圧電アクチュエータ 2 0 の他端部 2 0 B とタッチパネル 1 5 の内面の間に配置されている。支持部 1 4 2 は、図 5 A 及び図 5 B に示す突起 5 0 と軟質の接着剤 5 1 を有する構成例と同じである。支持部 1 4 1 は、硬質の接着剤により画像表示部の支持フレーム 2 5 に堅固に固定されている。このように圧電アクチュエータ 2 0 は、支持部 1 4 1、1 4 2 を用いた 2 点支持でタッチパネル 1 5 と支持フレーム 2 5 の間に支持されている。圧電アクチュエータ 2 0 が撓

み変位すると、タッチパネル 15 は振動変位 U に沿って変位する。このような圧電アクチュエータ 20 はいわゆる片持ち式でタッチパネル 15 と支持フレーム 25 の間に支持されている。

次に、図 13 及び図 14 は、本発明のさらに他の例を示している。

図 13 に示す例は、圧電アクチュエータ 20 が、タッチパネル 15 の内面側のみに支持されていることが特徴的である。圧電アクチュエータ 20 の一端部 20A は、支持部 241 により支持されており、圧電アクチュエータ 20 の他端部 20B は、支持部 242 を用いて支持されている。このような構造を採用しても、圧電アクチュエータ 20 は R 方向に沿って回転方向に自由度を有しているが、振動変位 U に沿ってタッチパネル 15 に振動を発生させることができる。

図 14 に示す例は、図 13 に示す例において、さらに圧電アクチュエータ 20 の中間部分に錘 250 が固定されている。この錘 250 の慣性力が圧電アクチュエータ 20 の振動変位 U を起こす場合に発生する。圧電アクチュエータ 20 がタッチパネル 15 を押し上げる時の反力を、この錘 250 の慣性力が支えるので、圧電アクチュエータ 20 の撓み変位が効率良くタッチパネル 15 に伝達できるのである。図 13 及び図 14 のように、圧電アクチュエータ 20 がタッチパネル 15 側のみに支持されるような構成を採用することにより、次のような利点がある。すなわち、使用者がタッチパネル 15 を押した時の力が圧電アクチュエータ 20 に直接加わることが無いので、使用者が誤って過度の力でタッチパネル 15 を押ししてしまった場合でも、圧電アクチュエータ 20 へは外力負荷が加わらないことになる。

図 15 は、図 10 の制御ブロック 70 のさらに他の例を示している。図 15 に示す制御ブロック 70 が図 10 の制御ブロック 70 と異なるのは、次の点である。すなわち、振動制御回路 73 は、 A/D コンバータ 89 を有していることである。この A/D コンバータ 89 は、圧電アクチュエータ 20 の端子間の電圧 $S6$ を測定するためにこの電圧 $S6$ を取り込んでアナログ/デジタル変換してデジタル電圧 $S10$ をプロセッサ 80 に送る。本発明では、圧電アクチュエータ 20 とタッチパネル 15 は、例えば図 4 に示すように直接繋がれているので、使用者がタッチパネル 15 を押す力はそのまま圧電アクチュエータ 20 に伝わる。したがって、

圧電アクチュエータ 20 とタッチパネル 15 との係合部は力に応じて変位する。圧電アクチュエータ 20 はこの変位を与えると、それに比例した起電力を生じる性質があるので、この起電力を測定することで使用者の指 F の操作力（押圧力）をプロセッサ 80 が知ることができる。このように使用者の指 F がタッチパネル 15 を押すことにより生じる押圧力 W に応じた圧電アクチュエータ 20 の電圧 S6 を、プロセッサ 80 がリアルタイムで測定することができることにより次のようなメリットがある。

すなわち、使用者の指 F がタッチパネル 15 を過度な力で操作した場合には、例えばプロセッサ 80 が CPU 74 に指令して画像表示部 30 に対して過度な力による操作を示すアイコンの表示信号 S5 を供給して、画像表示部 30 にそのアイコンを表示させることで使用者に過度な力を加えていることの注意を促すことができる。入力ペンを用いた手書き入力時などの使用者の操作力（筆圧）を測定して、使用者と対応させて記憶しておくことにより、使用者の特定（認証）ができる。タッチパネル 15 から得られる座標の情報（2次元座標情報）と、使用者の操作力の情報とを組み合わせ、3次元入力装置として動作させるようなことも考えられる。

次に、図 16 は、ある特定の振動数に限った時に、タッチパネル 15 を効率良く振動させるための振動指令方式の例について示している。

タッチパネル 15 及びその第 1～第 3 支持部 41、42、43 のすべてを 1 つの振動系として考えたとき、タッチパネル 15 の質量を m 、タッチパネル 15 と係合している全ての部材の、バネ定数を K_t 、粘性係数を C_t とすると、系の固有振動数 f は次式で与えられる。

$$f = 1 / 2\pi \times (K_t / m - (C_t / 2m))^{1/2}$$

図 10 の振動制御回路 73 より、上記の固有振動数を含む振動波形を指令値として出力することにより、タッチパネル 15 を効率良く振動させることができる。ここで固有振動数を含む振動波形とは正弦波等の連続的な振動だけでなく、インパルス的な加振のように様々な振動数成分が複合したものの場合もある。なお、系の固有振動数を人間が触覚を感知しやすい 50 Hz ～ 300 Hz くらいの範囲に調整するためには、タッチパネルの支持部等の材料や形状等を変更して、上述

のバネ定数 K もや粘性係数 C もを適当な値にすればよい。

バイモルフ型圧電アクチュエータの圧電素子層は、好ましくは4層以上ある多層バイモルフ型圧電アクチュエータが好ましい。特に、PDAなどの携帯機器を考えた場合、駆動電圧の制約から通常の圧電アクチュエータは使用できない。圧電層を多層化することにより比較的低電圧で駆動が可能なアクチュエータを実現しそれをタッチパネルへの触覚フィードバックに使うことで、携帯機器においても触覚フィードバックのあるタッチパネルが実現できた。バイモルフ型圧電アクチュエータの両端部及び中央部の各支持部は、回転方向には自由度があり、触覚を伝える方向（アクチュエータ中央部の変位の方向）を拘束する。触覚を伝える方向の拘束としてアクチュエータの変形を妨げないような点または線状の突起を用い、アクチュエータとその支持体との接合のためには軟質の接着剤を用いる。

アクチュエータが発生する振動的変位（速度）を損なわないために、アクチュエータ自体をタッチパネルの支持体とする。タッチパネルを支持する材料は、タッチパネルと画像表示部などの表示装置の間に埃等が侵入するのを防止するダストシールを兼ねている。タッチパネルとその支持体を含めた振動系の固有振動数を人間が触知し易い周波数領域に設定し、かつその固有振動数そのもの／その振動数を含んだ振動でタッチパネルを加振することで、使用者には効率的に触覚フィードバックを与える。

振動制御回路は1つ又は複数の制御パターン（振動波形）を記憶しており、使用者が選択するタッチパネル上の座標（通常アイコン等とリンクしている）に応じて適当な制御パターンを機器が選択し、アクチュエータを制御する。この振動制御回路が記憶している制御パターンはソフトウェアによって定義されており、メーカーまたは使用者が任意に書き換えることが可能である。振動制御回路は、アクチュエータに外力が加わることにより生じる起電力を検知する手段を備えており、使用者が入力操作を行うときの押圧力が測定できる。

バイモルフ型圧電アクチュエータの片端部のみをベース等に固定し、もう一方の端部はタッチパネルと繋がっている構造も採用できる。

圧電アクチュエータが発生する振動的変位（速度）を損なわないために、ダンピング効果が少なくかつ柔軟な材料（例えば 北川工業株式会社製のKGゲル）

を介してタッチパネルを支持する。圧電アクチュエータの曲げ変形を妨げないように、圧電アクチュエータは、タッチパネル下面に支持し、圧電アクチュエータが変位することで生じる振動をタッチパネルに伝える。この場合に、圧電アクチュエータの中央部には錘が付加されるようにしてもよい。

バイモルフ型圧電アクチュエータを用いることで、携帯機器に適した小型（薄型）で低消費電力という特徴をもった触覚フィードバックシステムを構築できる。特に多層バイモルフ型圧電アクチュエータにすることで、上記の特徴の他、携帯機器で通常使われるL i - i o n式やN i - 水素式等のバッテリーを電源として動作する低電圧駆動型の触覚フィードバックシステムの構築が可能である。簡素で安価な構造でバイモルフ型圧電アクチュエータの支持が実現する。アクチュエータ自体がタッチパネルの支持体になるので、支持体による振動のロスがないばかりか、構造がシンプルになり安価なシステムを提供できる。タッチパネルの支持部材がダストシールの機能も兼ねているので部材の点数を減らすことが可能で結果として安価なシステムを提供できる。アクチュエータの出力を小さくしても使用者が触知できる振動を発生させることができるので、小型で安価なシステムを提供できる。

入力装置は、任意波形をもった振動（触覚）フィードバックが可能であるので、入力動作の確認としての操作感をはじめ、様々な触覚情報（感覚）を使用者に提供できる。この触覚情報は、視覚情報や聴覚情報に加えた第3の情報提示チャンネルとして活用することで、使用者に対してよりリアリティの高い、豊かな情報提供が可能である。さらに触覚は視覚や聴覚に比較して人間にとってより根源的な感覚であることを利用して、人間の感情を表現できる可能性もある。また、触覚フィードバックを単独で使うことも想定される。この場合は盲人への情報提示から、運転中や騒音環境下または何らかの状況により視覚・聴覚情報が期待できない場合に、いわゆるブラインド操作を可能にする。振動波形を容易に書き換えたり、加えたりすることができるため、例えば機器が使われる国ごとの振動波形の設定や、使用者の好みに合わせた振動パターンの設定が可能である。また、それぞれの使用者が作成した振動パターンを例えばネットワークを介して他の使用者に提供することも可能である。

使用者が機器をどのように使っているか状況がわかるので使用者による機器の破壊などを未然に防ぐことができる。また触覚を提示するために必要な部品と操作力を検知するための部品の大部分が共通で使えるので、安価な３次元入力デバイスを提供できる。タッチパネルを支持する材料が柔軟性を持っているため圧電アクチュエータの発生する変位が機械的に抑制されることがなく、かつその材料が振動を吸収する特性（例えばゴムのように）を小さくしてあるので、圧電アクチュエータの発生するエネルギーが効率良くタッチパネルに伝達できる。使用者がタッチパネルを押したときの力が圧電アクチュエータに加わることがないので、使用者が誤って過度の力でタッチパネルを押してしまった際も圧電アクチュエータへの外力負荷がない。錘の慣性力が、圧電アクチュエータがタッチパネルを押し上げる時の反力を支えるので、圧電アクチュエータの変位が効率よくタッチパネルに伝達できる。

但し、本発明は上述した例に限定されるものではない。例えば、バイモルフ型圧電アクチュエータ２０の第１アクチュエータユニットと第２アクチュエータユニットの積層構造の例としては、それぞれ９層の圧電素子層６３を有している。しかしこの圧電素子層６３の積層数は９層に限らず、複数層であればよく、好ましくは４層以上であるとより大きな撓み変位を小さな駆動電圧で得ることができる。図示の例では、第１支持部と第２支持部が画像表示部側に配置され、第３支持部がタッチパネル側に配置されているが、これに限らず第１支持部と第２支持部がタッチパネル側に配置され、かつ第３支持部が画像表示部側に配置されてもよい。

本発明に係る電子機器は、一例として携帯情報端末（ＰＤＡ）を例に挙げている。本発明は、これに限らず本発明の入出力装置１００を有する電子機器１０は、携帯情報端末に限らず、携帯電話機、リモートコントローラ、ＤＳＣ（デジタルスティルカメラ）、ＤＶＣ（デジタルビデオコーダー）、ＰＣ（パーソナルコンピュータ）など、全てのタッチパネルを入力手段として備えている入出力装置を備える電子機器を含むものである。

また、本発明に係る電子機器は、表示機能を有するタッチパネルを用いて説明したが、本実施の形態に限らず、例えば、ラップトップコンピュータなどのタッ

チパッドのようにタッチパネルから表示機能を分離し、別に表示ユニットを設けてもよい。この場合もタッチパネルを通じて触覚を使用者にフィードバックさせることになる。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明によれば、使用者がタッチパネルに対して触覚を利用して情報の入力操作を行う際に、情報の種類に応じた入力操作に対する使用者へのフィードバックを使用者に対する触覚で確実に実現することができる。

請求の範囲

1. 使用者が接触することで情報の入力を行うためのタッチパネルと、

前記情報の種類に応じて前記タッチパネルを通じて異なる種類の触覚を前記使用者にフィードバックさせるための振動発生デバイスと、

前記情報の種類に応じて異なる振動を前記振動発生デバイスに発生させるための振動制御回路とを備え、

前記振動発生デバイスは、第1のアクチュエータユニットと前記第1のアクチュエータユニットに積層された第2のアクチュエータユニットを有し、前記第1のアクチュエータユニットと前記第2のアクチュエータユニットのうちの一方が伸び、他方が縮むバイモルフ型アクチュエータであり、

前記第1のアクチュエータユニットと前記第2のアクチュエータユニットはともに複数の圧電素子層により積層されている入力装置。

2. 前記装置は、

さらに情報を表示する画像表示ユニットを有し、

前記タッチパネルは、前記画像表示部の前記情報を表示している位置に対応する部分へ使用者が接触することで前記情報の入力を行うことが可能であり、前記振動発生デバイスは前記画像表示ユニットに配置されている請求の範囲第1項記載の入力装置。

3. 前記第1のアクチュエータユニットと前記第2のアクチュエータユニットの各前記圧電素子の両側には、電極が配置されている請求の範囲第2項記載の入力装置

4. 前記バイモルフ型圧電アクチュエータは、前記バイモルフ型圧電アクチュエータの一端部と前記画像表示ユニットの間に配置された第1の支持部と、前記バイモルフ型圧電アクチュエータの他端部と前記画像表示ユニットの間に配置された第2の支持部と、前記バイモルフ型圧電アクチュエータの中央部と前記タッチパネルの間に配置された第3の支持部とを有する請求の範囲第2項記載の入力装置。

5. 前記第1の支持部と前記第2の支持部と第3の支持部は、前記使用者が前記

タッチパネルに接触する方向とは異なる回転方向に自由度を有している請求の範囲第4項記載の入力装置。

6. 前記第1の支持部と前記第2の支持部は、突起と、前記バイモルフ型圧電アクチュエータと前記画像表示ユニットに対して前記突起を固定するための軟質の接着剤とを有し、前記第3の支持部は、突起と、前記バイモルフ型圧電アクチュエータと前記タッチパネルに対して前記突起を固定するための軟質の接着剤とを有する請求の範囲第5項記載の入力装置。

7. 前記バイモルフ型圧電アクチュエータは、前記画像表示ユニットの間に配置された支持部と、前記バイモルフ型圧電アクチュエータの他端部と前記タッチパネルの間に配置されたもう一つの支持部を有する請求の範囲第2項記載の入力装置。

8. 前記バイモルフ型圧電アクチュエータは、前記バイモルフ型圧電アクチュエータの一端部と前記タッチパネルとの間と、前記バイモルフ型圧電アクチュエータの他端部と前記タッチパネルとの間にそれぞれ配置された支持部を有する請求の範囲第2項記載の入力装置。

9. 前記バイモルフ型圧電アクチュエータの途中には錘が設けられている請求の範囲第8項記載の入力装置。

10. 前記画像表示ユニットは液晶表示ユニットからなり、前記タッチパネルと前記液晶表示ユニットの間にダストが侵入するのを防止するダストシールを有する請求の範囲第2項記載の入力装置。

11. 前記振動制御回路は、前記バイモルフ型圧電アクチュエータに対して複数の振動制御波形パターンを記憶していて、各前記振動制御波形パターンは、前記画像表示ユニットに表示されている複数の前記情報に対応している請求の範囲第2項記載の入力装置。

12. 前記振動制御回路に記憶されている前記振動制御波形パターンは、書き換え可能である請求の範囲第11項記載の入力装置。

13. 前記振動制御デバイスは、前記バイモルフ型圧電アクチュエータに対して加わる前記使用者の押圧力に応じて発生する起電力を検知する起電力検知デバイスを有する請求の範囲第11項記載の入力装置。

14. 情報を入力するための入力装置を有する電子機器において、

上記入力装置は、

使用者が接触することで情報の入力を行うためのタッチパネルと、

前記情報の種類に応じて前記タッチパネルを通じて異なる種類の触覚を前記使用者にフィードバックさせるための振動発生デバイスと、

前記情報の種類に応じて異なる振動を前記振動発生デバイスに発生させるための振動制御回路とを備え、

前記振動発生デバイスは、第1のアクチュエータユニットと前記第1のアクチュエータユニットに積層された第2のアクチュエータユニットを有し、前記第1のアクチュエータユニットと前記第2のアクチュエータユニットのうち的一方が伸び、他方が縮むバイモルフ型アクチュエータであり、

前記第1のアクチュエータユニットと前記第2のアクチュエータユニットはともに複数の圧電素子層により積層されている電子機器。

15. 前記入力装置は、さらに、情報を表示する画像表示ユニットを有し、前記タッチパネルは、前記画像表示ユニットの前記情報を表示している位置に対応する部分へ使用者が接触することで前記情報の入力を行うことが可能であり、前記振動発生デバイスは前記画像表示ユニットに配置されている請求の範囲第14項記載の電子機器。

16. 前記第1アクチュエータユニットと前記第2アクチュエータユニットの各前記圧電素子の両側には、電極が配置されている請求の範囲第15項記載の電子機器。

17. 前記電子機器は携帯可能な電子機器であることを特徴とする請求の範囲第14項記載の電子機器。

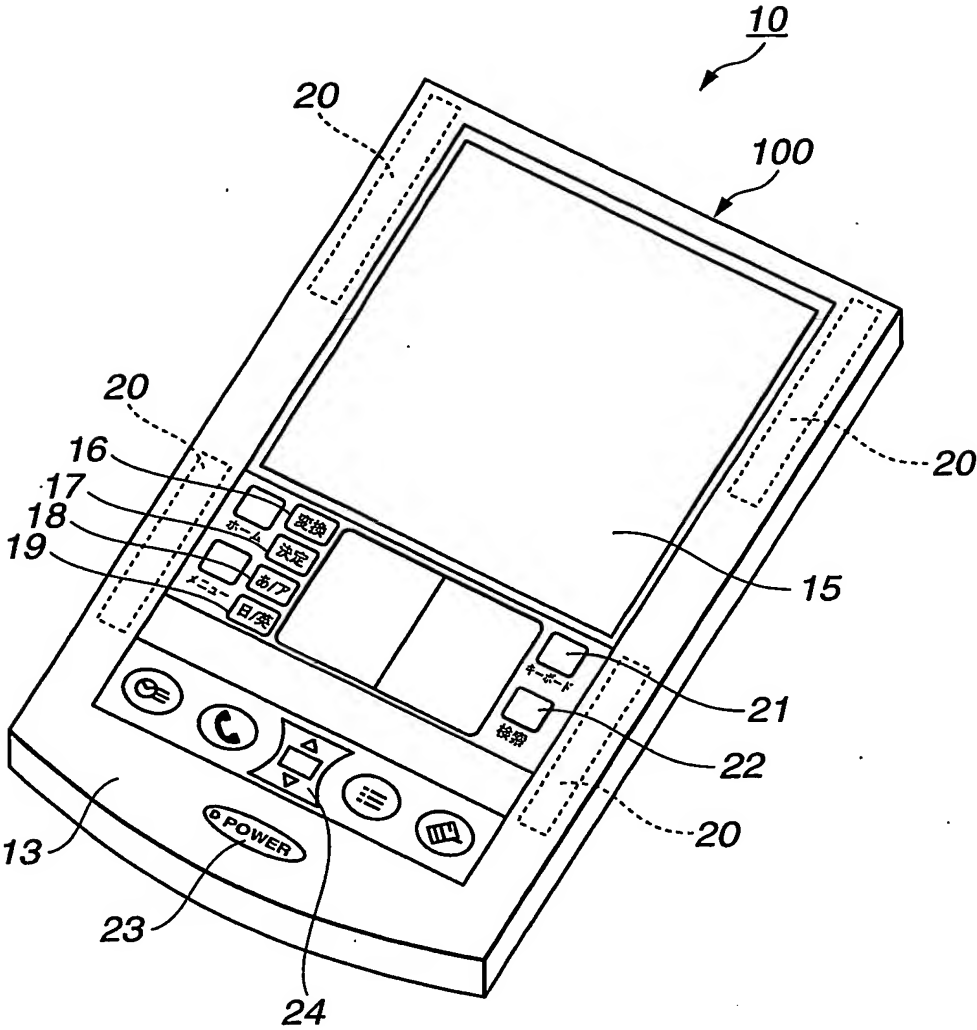


FIG.1

2/16

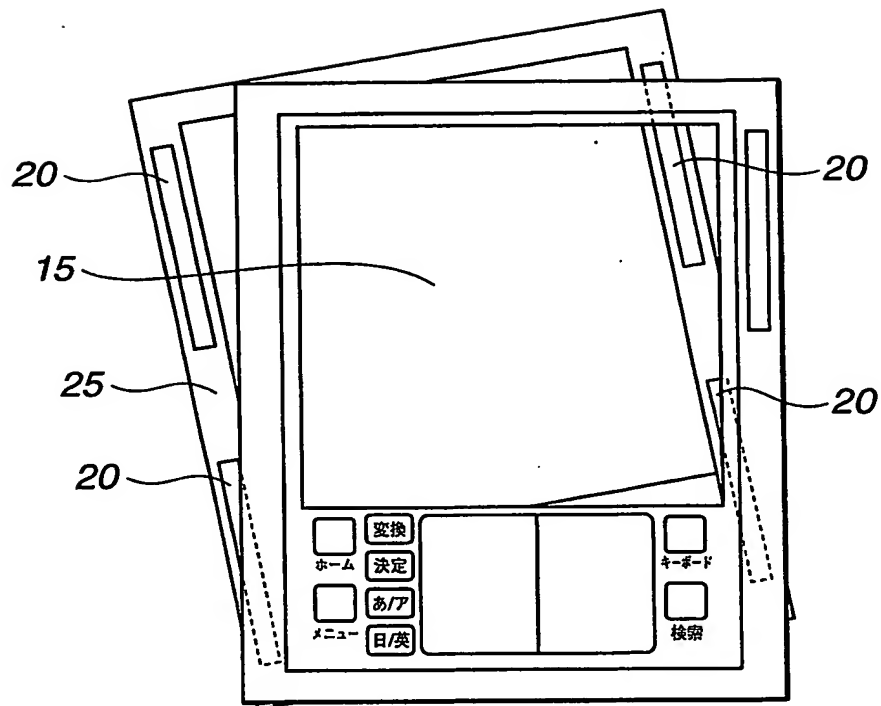


FIG.2

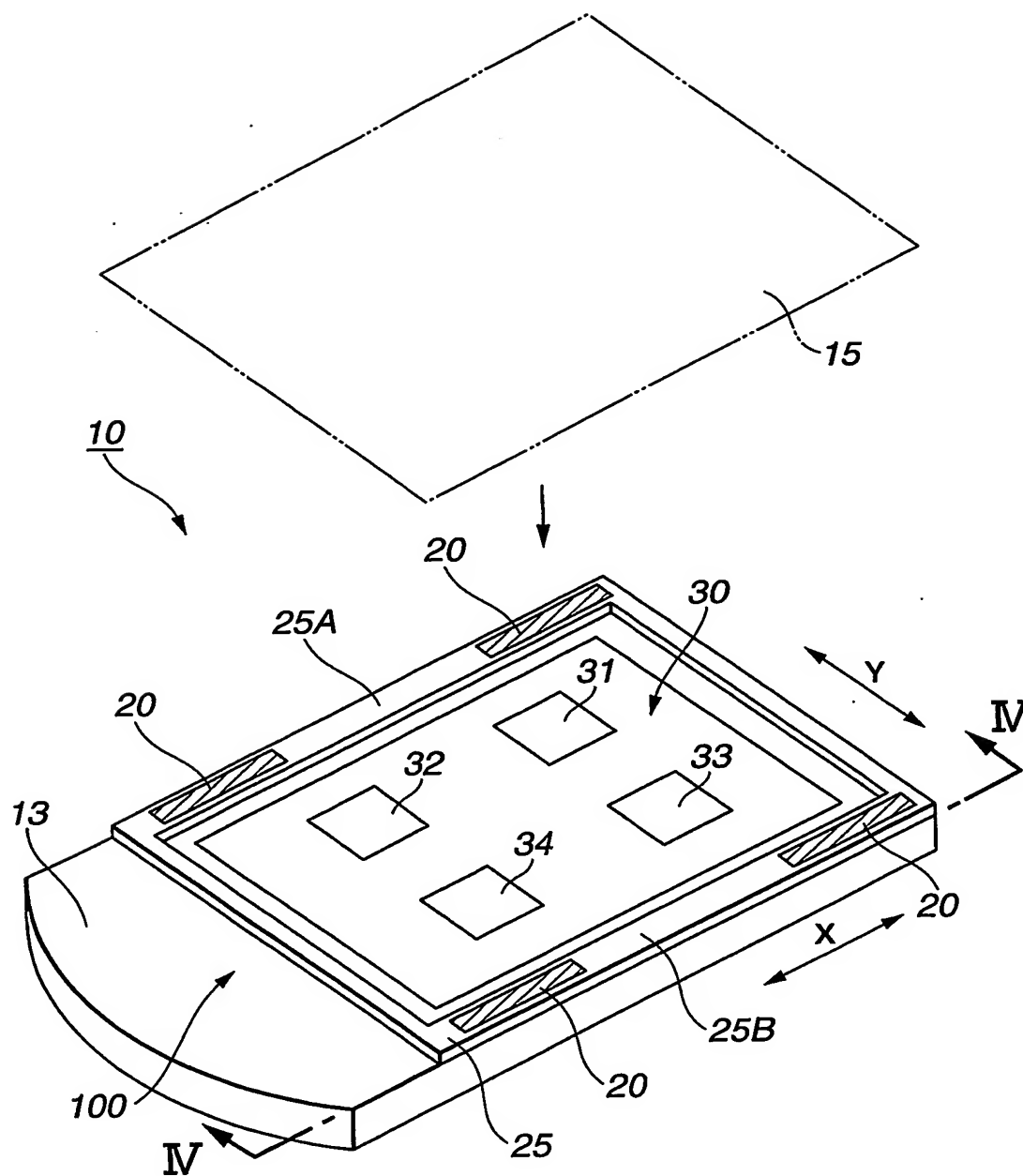


FIG.3

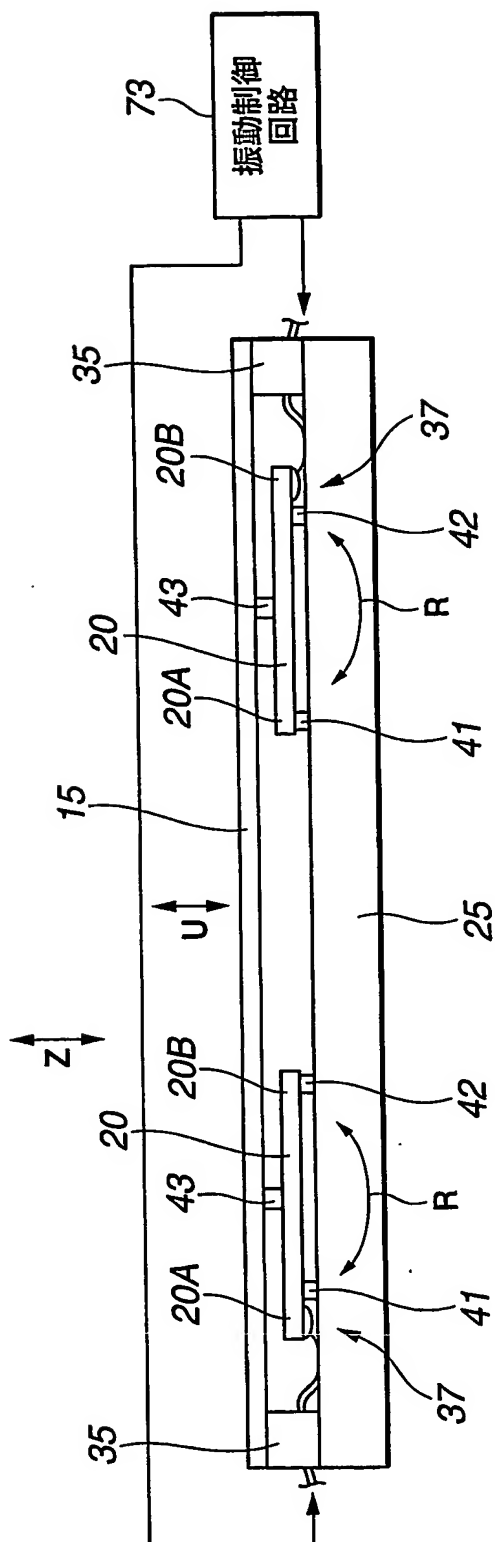


FIG. 4

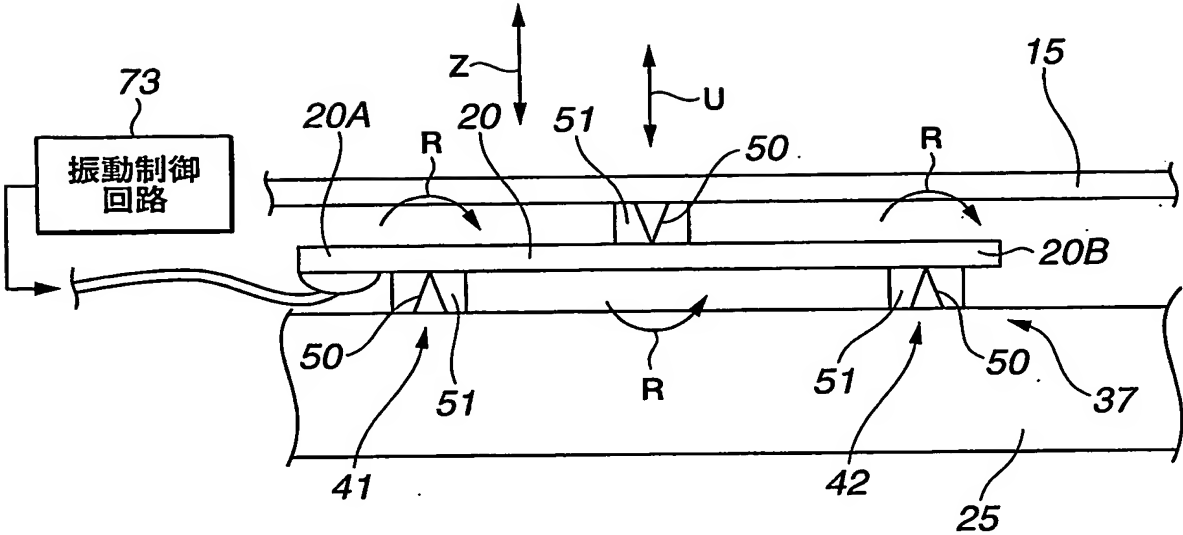


FIG. 5A

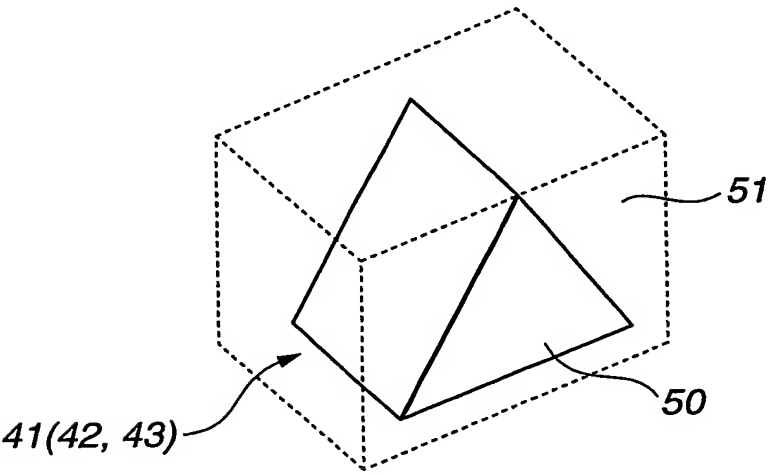


FIG. 5B

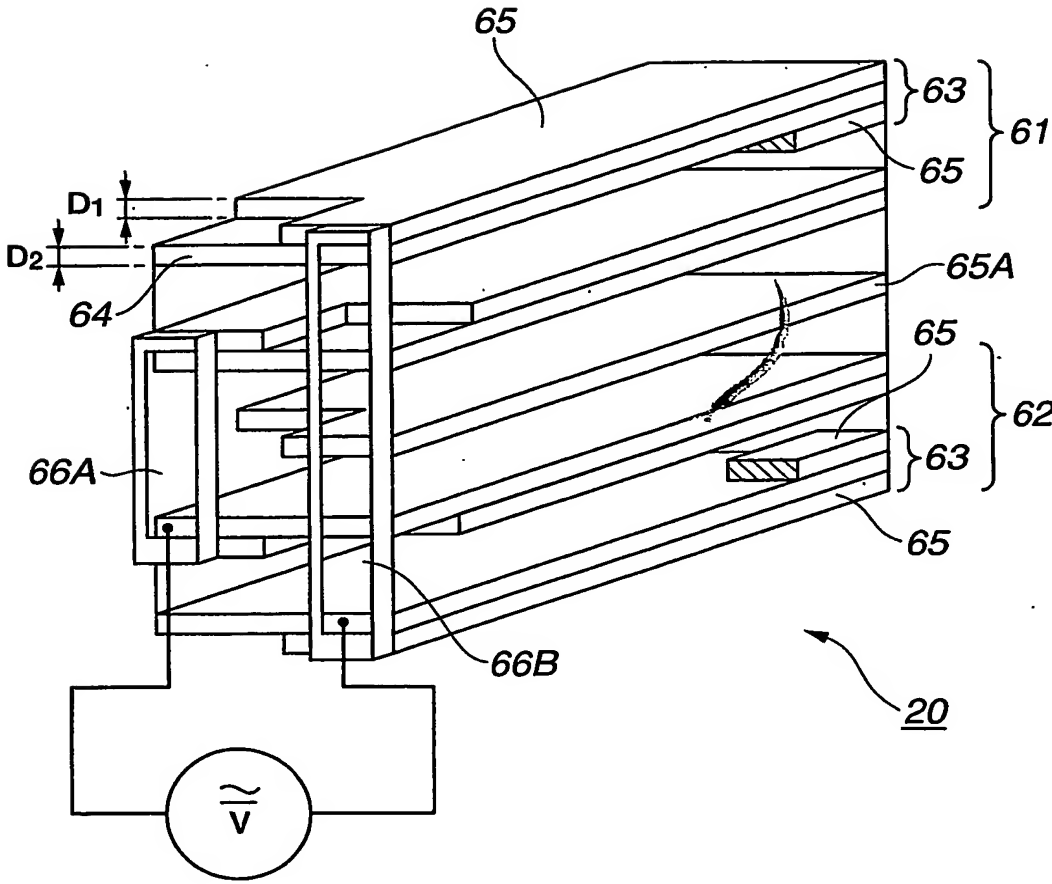


FIG.6

7/16

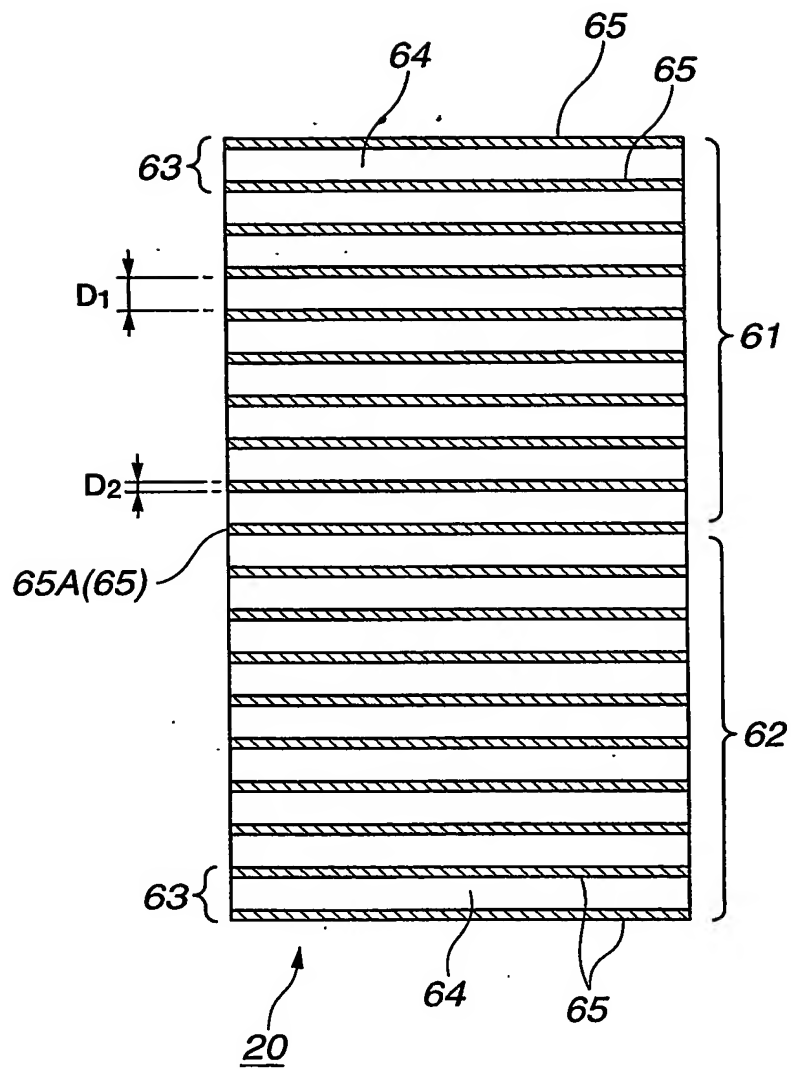
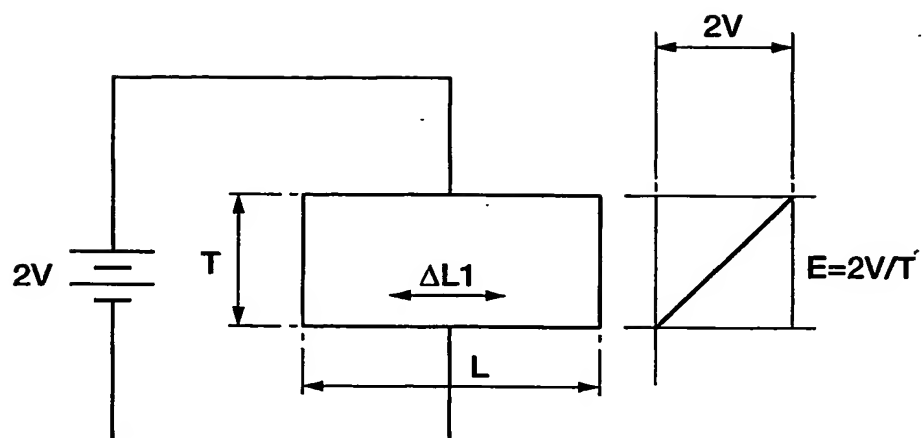
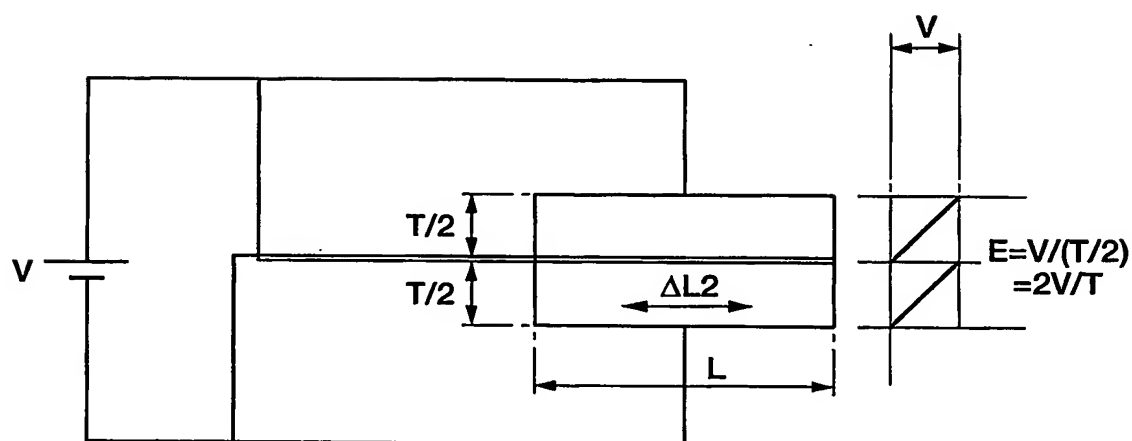


FIG.7

8/16



$$\Delta L1 = d31 \times E \times L$$

FIG.8A

$$\Delta L2 = d31 \times E \times L$$

$$= \Delta L1$$

FIG.8B

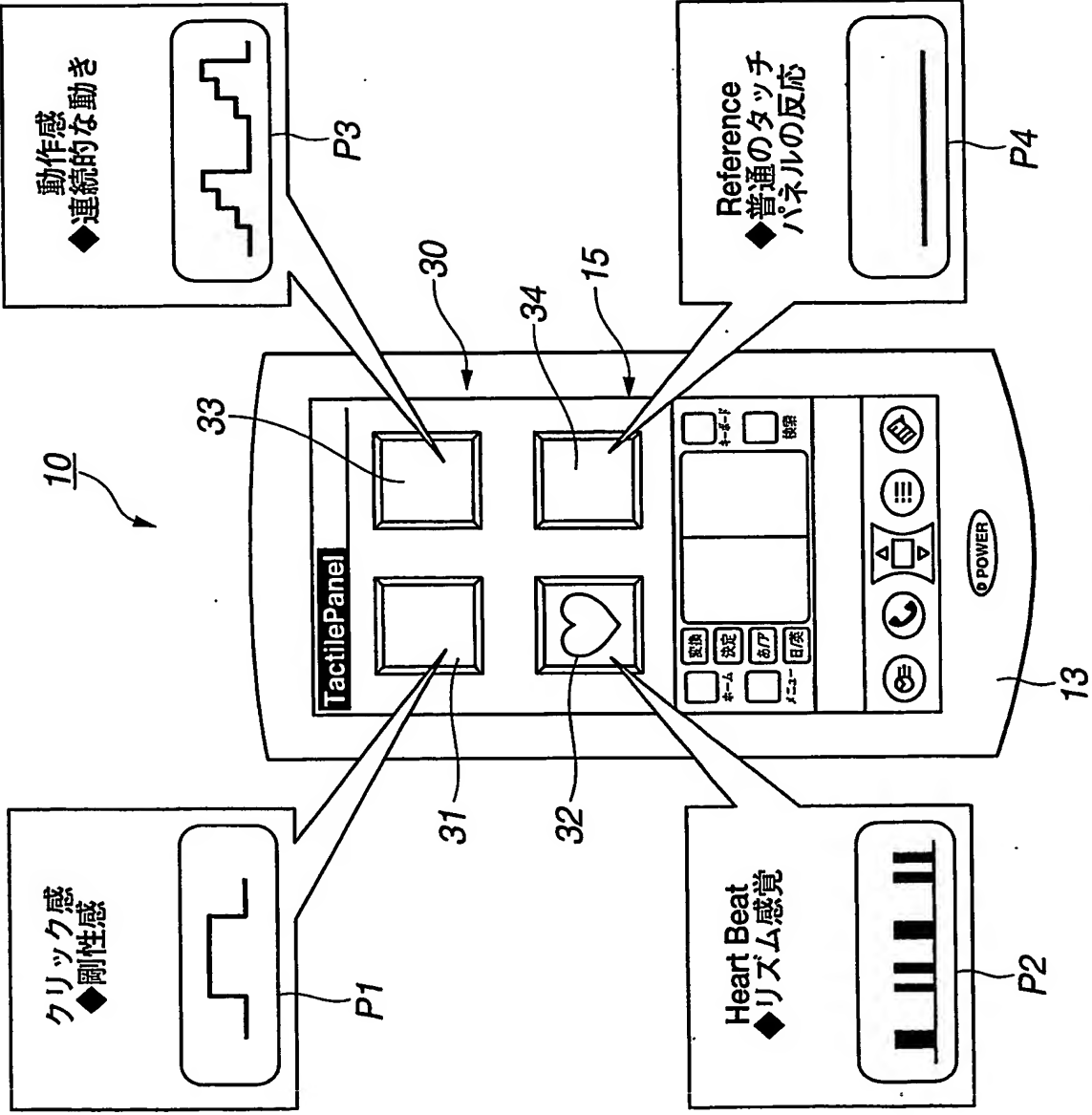


FIG.9

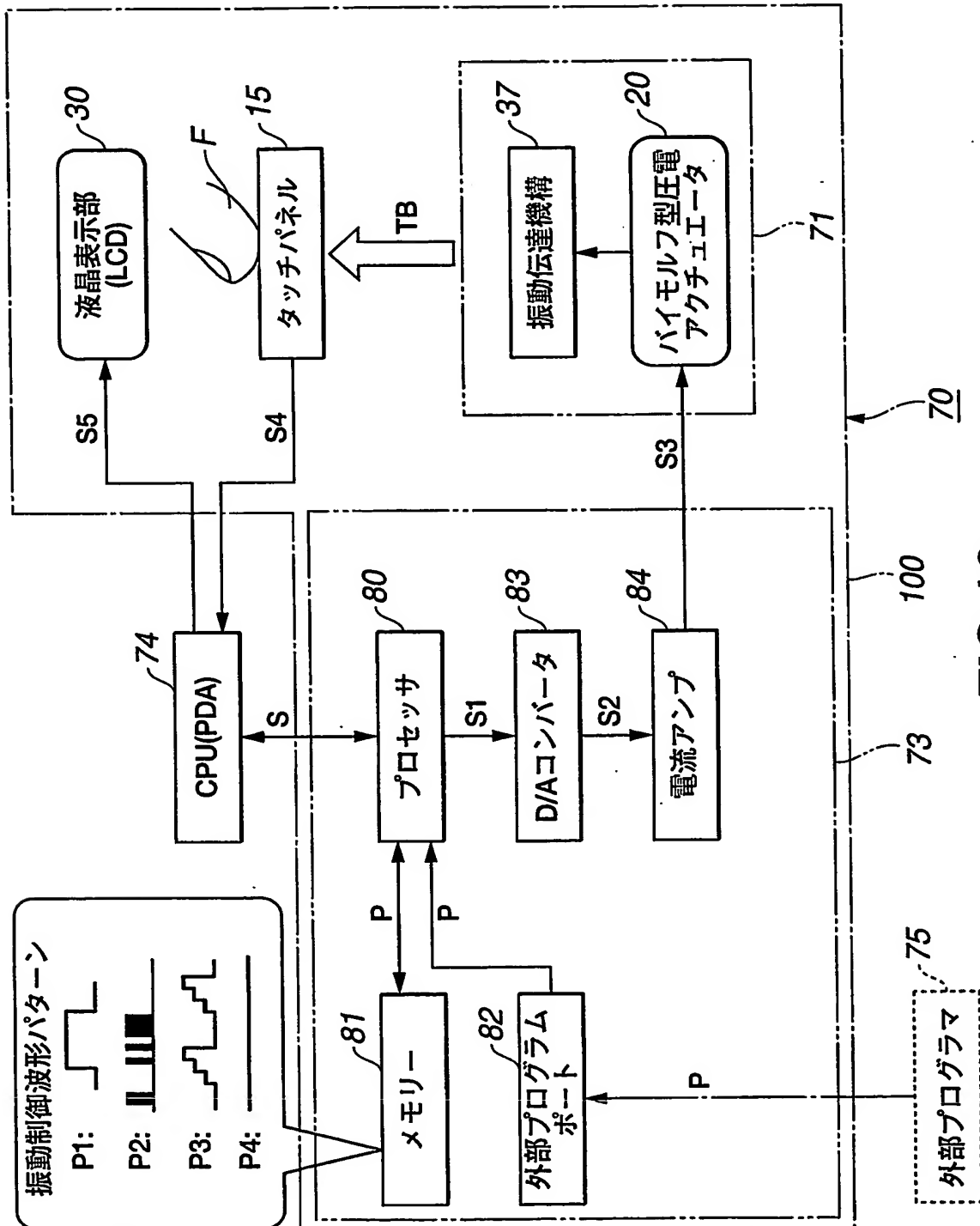


FIG.10

11/16

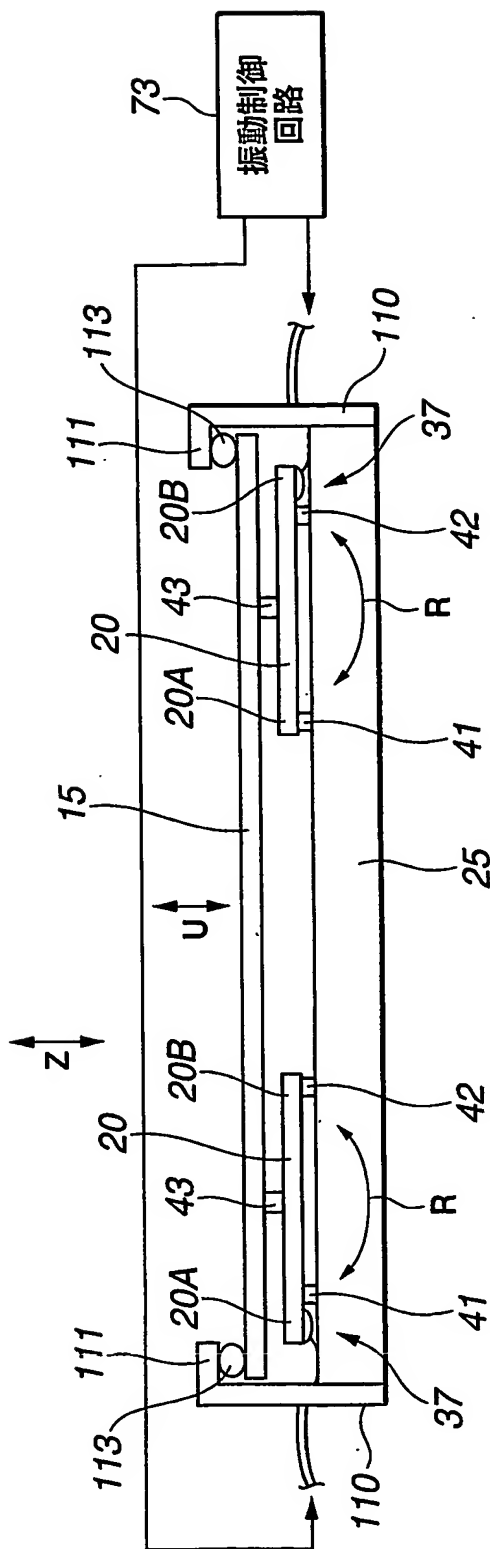


FIG.11

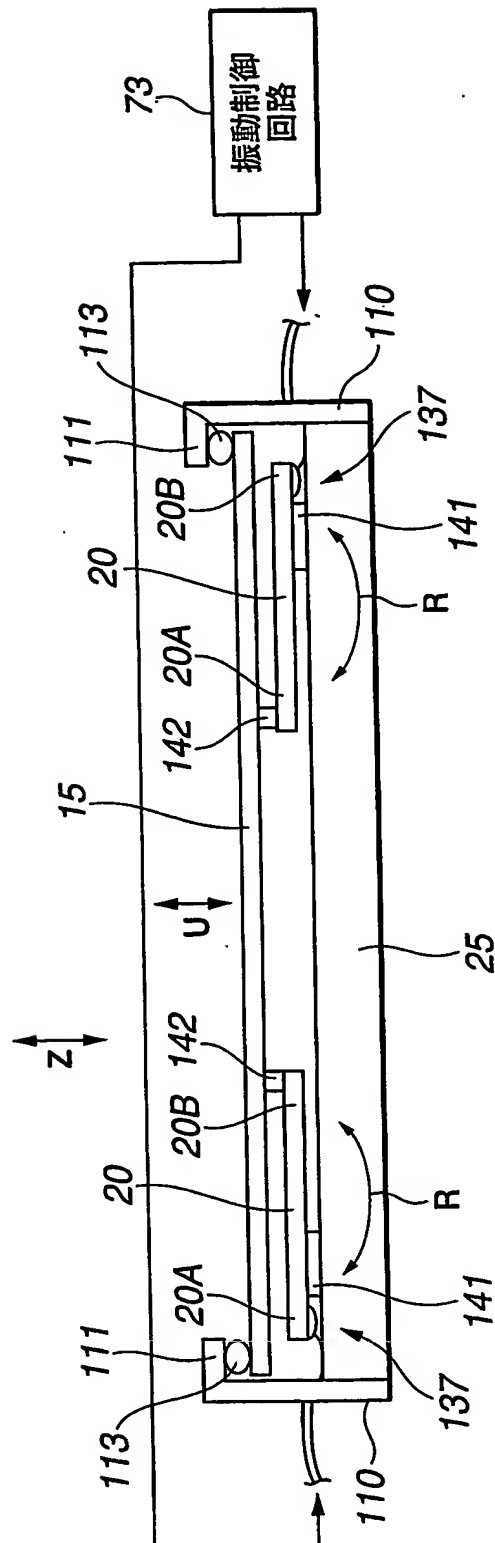


FIG.12

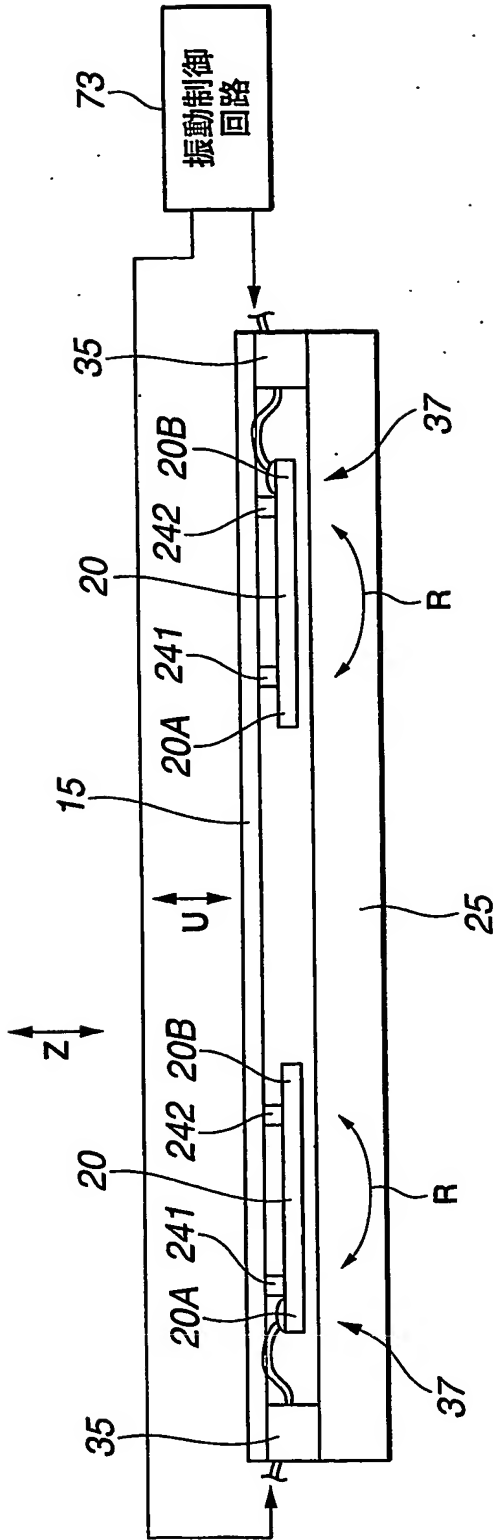


FIG.13

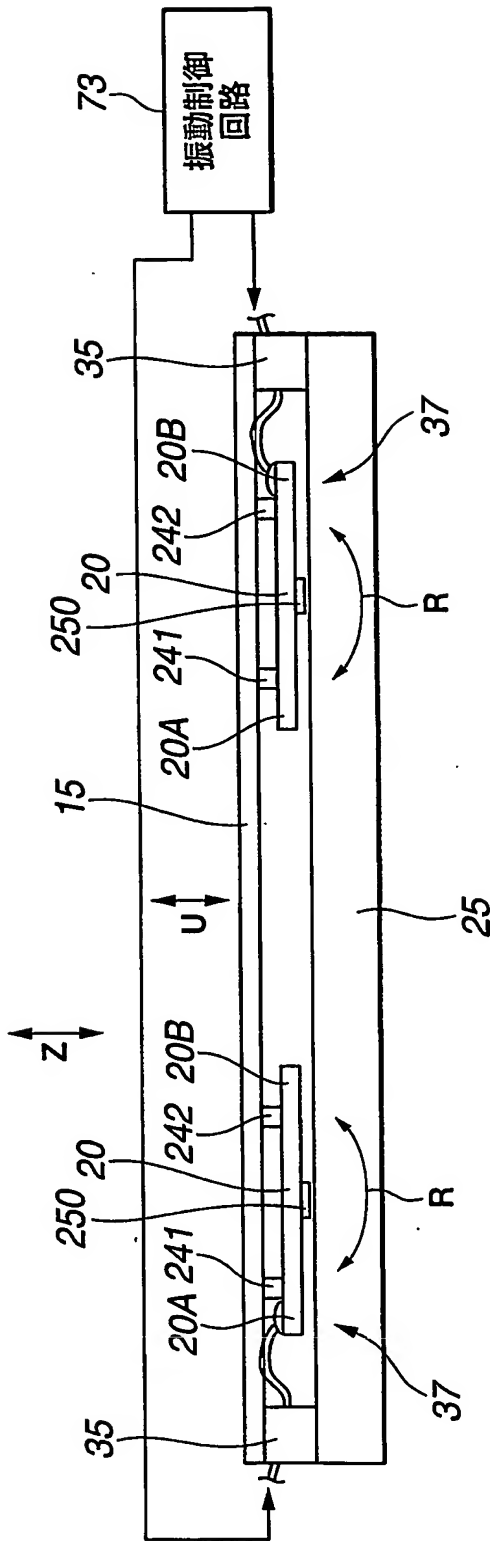


FIG.14

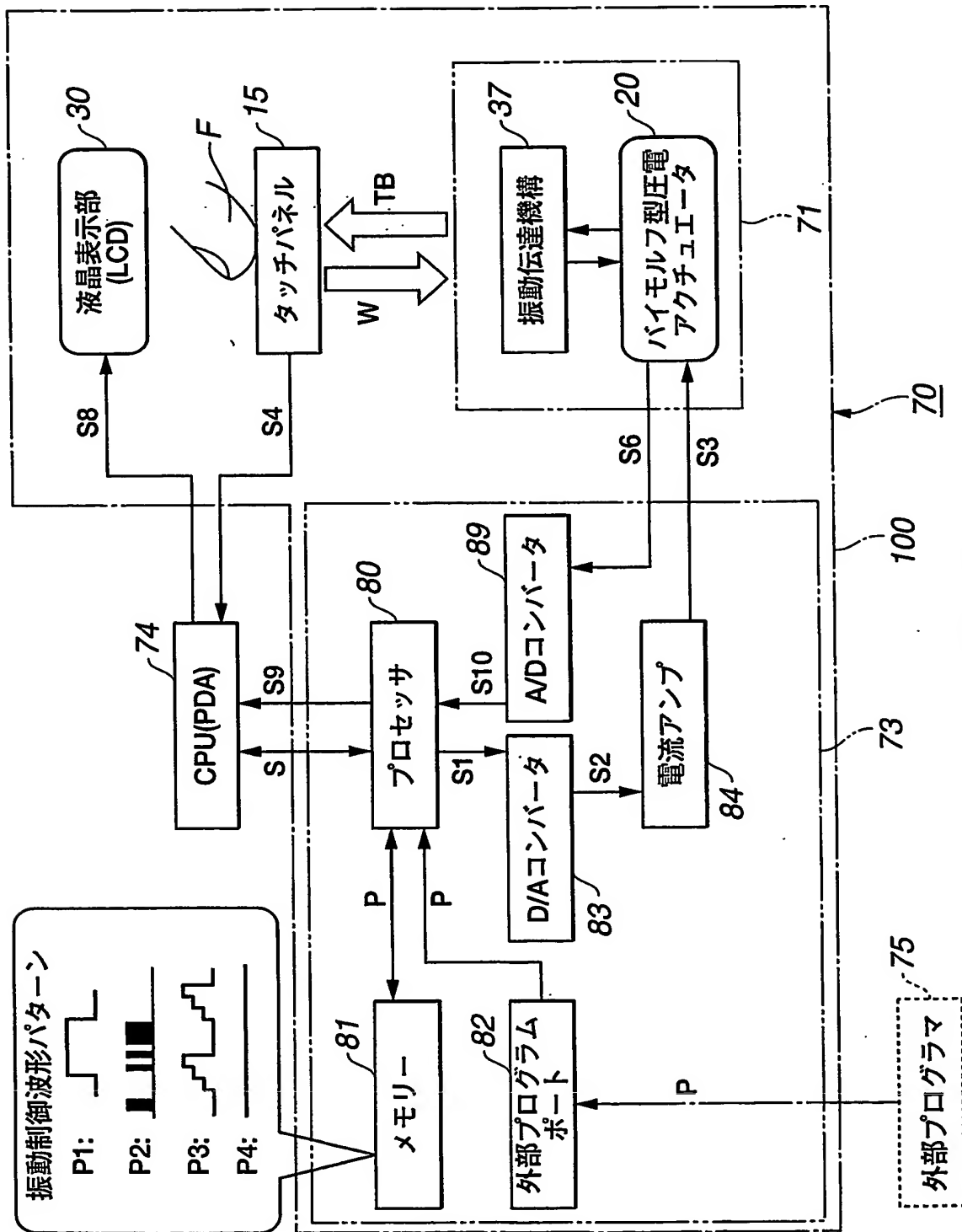


FIG.15

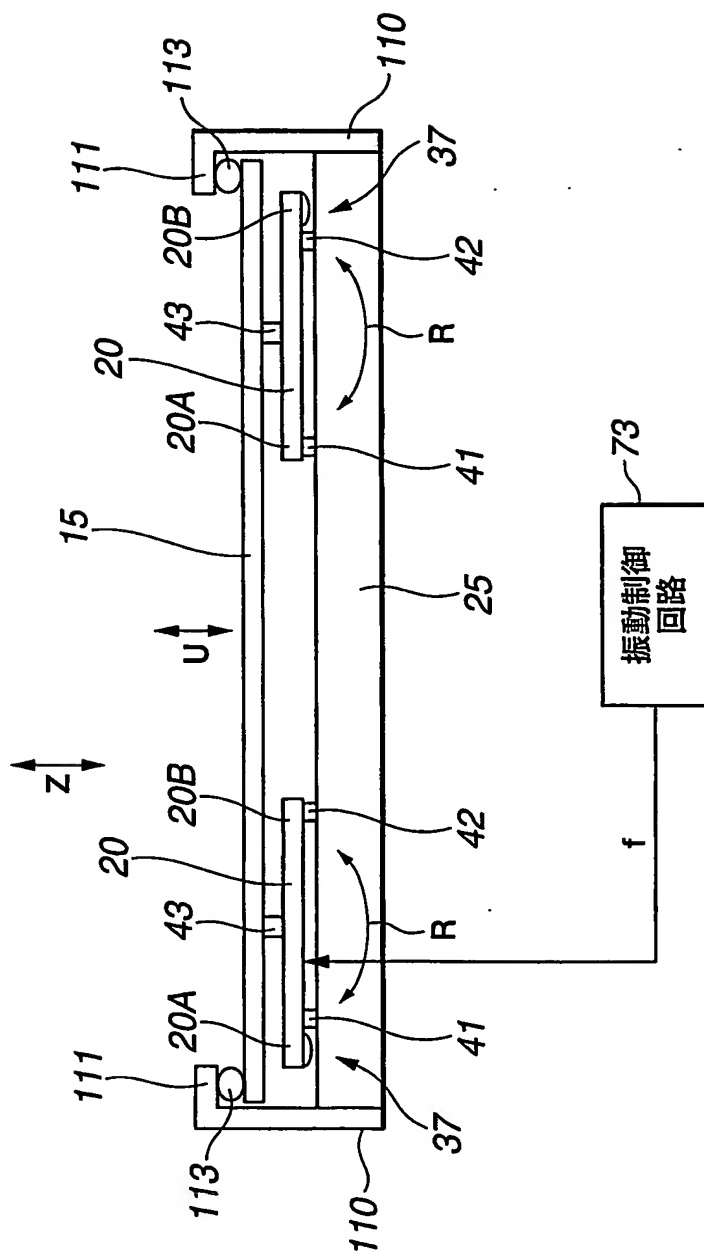


FIG.16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10469

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G06F3/033

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G06F3/02-3/037, B06B1/06, H01L41/00-41/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 9-161602 A (Idec Izumi Corp.), 20 June, 1997 (20.06.97), Column 4, line 46 to column 5, line 24; Figs. 1, 5 (Family: none)	1-5, 7-17 6
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 56792/1987 (Laid-open No. 164127/1988) (NEC Home Electronics Ltd.), 26 October, 1988 (26.10.88), Page 7, lines 2 to 12; Fig. 5 (Family: none)	1-5, 7-17 6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search 18 November, 2003 (18.11.03)	Date of mailing of the international search report 09 December, 2003 (09.12.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10469

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 3085481 U (IMMERSSION CORP.), 13 February, 2002 (13.02.02), Page 19, lines 10 to page 20, line 3; page 22, lines 16 to 26; Figs. 4, 6 & WO 01/54109 A1 & US 2001/0035854 A1	1-5, 7-17 6
Y	JP 62-208680 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 12 September, 1987 (12.09.87), Page 2, lower right column, line 20 to page 3, upper left column, line 9; page 4, lower right column, line 16 to page 5, upper left column, line 10; Fig. 1 (Family: none)	1-5, 7-17
Y	JP 7-213997 A (Hokuriku Electric Industry Co., Ltd.), 15 August, 1995 (15.08.95), Column 3, lines 21 to 43; Fig. 9 (Family: none)	4, 5
Y	JP 2000-269563 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 29 September, 2000 (29.09.00), Column 2, lines 31 to 40; column 3, lines 21 to 31; Figs. 1, 2 (Family: none)	8
Y	JP 11-212725 A (Idec Izumi Corp.), 06 August, 1999 (06.08.99), Column 4, line 37 to column 5, line 18 (Family: none)	13
A	JP 2001-202195 A (Fujitsu Ltd.), 27 July, 2001 (27.07.01), Column 6, lines 18 to 39; Fig. 3 (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G06F 3/033

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G06F 3/02-3/037, B06B 1/06, H01L 41/00-41/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 9-161602 A (和泉電気株式会社) 1997.06.20, 第4欄, 第46行-第5欄, 第24行, 第1図, 第5図 (ファミリーなし)	1-5, 7-17 6
Y A	日本国実用新案登録出願62-56792号 (日本国実用新案登録出願公開63-164127号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日本電気ホームエレクトロニクス株式会社) 1988.10.26, 第7頁, 第2-12行, 第5図 (ファミリーなし)	1-5, 7-17 6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.11.03

国際調査報告の発送日

09.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

久保田 昌晴

5E 4230

電話番号 03-3581-1101 内線 3520

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	J P 3 0 8 5 4 8 1 U (イマージョン コーポレイション) 2 0 0 2 . 0 2 . 1 3 , 第 1 9 頁 , 第 1 0 行 - 第 2 0 頁 , 第 3 行 , 第 2 2 頁 , 第 1 6 - 2 6 行 , 第 4 図 , 第 6 図 & W O 0 1 / 5 4 1 0 9 A 1 & U S 2 0 0 1 / 0 0 3 5 8 5 4 A 1	1-5, 7-17 6
Y	J P . 6 2 - 2 0 8 6 8 0 A (株式会社村田製作所) 1 9 8 7 . 0 9 . 1 2 , 第 2 頁 , 右下欄 , 第 2 0 行 - 第 3 頁 , 左上欄 , 第 9 行 , 第 4 頁 , 右下欄 , 第 1 6 行 - 第 5 頁 , 左上欄 , 第 1 0 行 , 第 1 図 (ファミリ ーなし)	1-5, 7-17
Y	J P 7 - 2 1 3 9 9 7 A (北陸電気工業株式会社) 1 9 9 5 . 0 8 . 1 5 , 第 3 欄 , 第 2 1 - 4 3 行 , 第 9 図 (ファミリーなし)	4, 5
Y	J P . 2 0 0 0 - 2 6 9 5 6 3 A (住友重機械工業株式会社) 2 0 0 0 . 0 9 . 2 9 ; 第 2 欄 , 第 3 1 - 4 0 行 , 第 3 欄 , 第 2 1 - 3 1 行 , 第 1 図 , 第 2 図 (ファミリーなし)	8
Y	J P 1 1 - 2 1 2 7 2 5 A (和泉電気株式会社) 1 9 9 9 . 0 8 . 0 6 , 第 4 欄 , 第 3 7 行 - 第 5 欄 , 第 1 8 行 (ファミリーなし)	1 3
A	J P 2 0 0 1 - 2 0 2 1 9 5 A (富士通株式会社) 2 0 0 1 . 0 7 . 2 7 , 第 6 欄 , 第 1 8 - 3 9 行 , 第 3 図 (ファミリーなし)	1-17